13483 B

SAGGIO

DI

STATICA CHIMICA

PARTE PRIMA

SAGGIO

DI

STATICA CHIMICA

PARTE PRIMA

SAGGIO
DI
STATICA CHIMICA

DI C. L. BERTHOLLET

Membro del Senato conservatore, dell'Istituto nazionale di Francia, ec.

DIVISO IN DUE PARTI.

TRADUZIONE

DI V. DANDOLO

Membro del Collegio elettorale dei Dotti, dell'Istituto nazionale, ec.

arricchita di Note.

PARTE PRIMA.

COMO 1804

PRESSO LUIGI NOSEDA

D. Luigi Lanzarini

La presente traduzione è posta sotto la salvaguardia della legge 19 *fiorile anno* 9 *e se ne sono consegnati i due esemplari alla Biblioteca Nazionale.*

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

TAVOLA DELLE MATERIE

CONTENUTE IN QUESTO VOLUME

Introduzione pag 1

PARTE PRIMA

Dell'azion chimica in generale

SEZIONE PRIMA

Dell' azion chimica dei solidi e dei liquidi

Capitolo primo. Della forza di coesione pag. 22
Cap. II. Della dissoluzione 34
Cap. III. Dell' azione reciproca delle sostanze che sono tenute in dissoluzione 45
Cap. IV. Della combinazione 59

SEZIONE II.

Dell' acidità e dell' alcalinità

Capitolo primo. Dell'azione reciproca degli acidi e degli alcali 68
Cap. II. Dell' azion d' un acido sopra una combinazione neutra 75

Cap. III. Dei precipitati prodotti per mezzo degli acidi, o per mezzo degli alcali 84
Cap. IV. Dell' azion reciproca delle combinazioni neutre 94
Cap. V. Della capacità comparativa di saturazione degli acidi e degli alcali 108

NOTE DELLA II. SEZIONE.

Nota I. 130
Nota II. 136

SEZIONE III.

Del calorico.

Capitolo primo. Degli effetti del calorico indipendenti da quelli della combinazione 142
Cap. II. Dei differenti stati del calorico 174
Cap. III. Dell' azion della luce e del fluido elettrico 192
Cap. IV. Del calorico considerato relativamente alle combinazioni 223

NOTE DELLA III. SEZIONE.

Nota III. 245
Nota IV. 247
Nota V. 251
Nota VI. 253
Nota VII. 256

Nota VIII. 258
Nota IX. 261
Nota X. 264
Nota XI. 267

SEZIONE IV.

Dell'effetto dell' espansione e della condensazione nelle sostanze elastiche.

Capitolo primo. Delle proprietà caratteristiche dei fluidi elastici 274
Cap. II. Dell' affinità risultante 316

NOTE DELLA IV. SEZIONE.

Nota XII. 340

SEZIONE V.

Dei limiti della combinazione.

Capitolo primo. Delle proporzioni degli elementi nelle combinazioni 342
Cap. II. Dell' azione dei dissolventi 394
Cap. III. Dell' efflorescenza 411
Cap. IV. Della propagazione dell' azion chimica 417

NOTE DELLA V. SEZIONE.

Nota XIII. 437
Nota XIV. 441
Nota XV. 461
Nota XVI. 471

SEZIONE VI.

Dell' azione dell' atmosfera.

CAPITOLO PRIMO. *Della costituzione dell' atmosfera* 487
CAP. II. *Delle parti elementari dell' aria atmosferica* 520

NOTE DELLA VI. SEZIONE.

Nota XVII. 538

CONCLUSIONE *della prima parte* 542

AI GIOVANI STUDIOSI

IL TRADUTTORE

Quando comparve alla luce la nuova teoria chimica, i dotti d'Europa compresero distintamente che l'applicazione de' suoi principj, oltre agl' immediati ed insigni vantaggi che procurati avrebbe promovendo e vieppiù migliorando l'industria dei popoli, avrebbe anche data occasione di estendere notabilmente i limiti delle scienze naturali.

Io fin d' allora vidi con gioia aperto un vasto campo di gloria e di profitto a chiunque tra i miei connazionali avesse voluto darsi seriamente ad uno studio sì importante.

La nostra industria rurale in tanti luoghi cotanto avvilita, e quelle poche nostre manifatture ed arti che l'esistenza e miglioramento traggono dalla chimica, la maggior parte delle quali in poter trovasi d'uomini senza lumi, invocavano tacitamente il suo soccorso. Le applicazioni di questa scienza dovevano inoltre metterci in istato di distinguere chiaramente le cause che operano la formazione dei corpi ed i fenomeni della natura, e fare in tal guisa disparir dalle scuole l'adozione di tante cause immaginarie ed ipotetiche, non meno che gli errori fisici che per tanti secoli hanno ingombrata la mente dei precettori e dei giovani studiosi. Ogni famiglia ed ogni individuo dovevano esser ben lieti veggendo col confronto dei fatti e la maggior perfezione ed i vantaggi giornalieri che lo studio e le applicazioni di questa scienza andavan loro procurando. Le obbiezioni stesse che fatte furono dopo la pubblicazione della nuova

teoria, e generalmente promosse nel conflitto delle passioni, dei pregiudizj, degli errori e delle antiche abitudini, quanto tendevano ad abbattere dai fondamenti i principj e a rendere incerta la loro applicazione, altrettanto rinforzavano le speranze dei giudiziosi coltivatori di questa scienza, che ne comprendevano l' incongruenza e perciò erano vieppiù intenti a sostenerla ed a diffonderla nella loro nazione. Essi dovevano gioire del premio più grande che meritavano la loro fatica e il loro zelo, di quello, cioè, di vedere in pochissimo tempo, per comun consenso distrutto l'antico edifizio che l'autorità, l' immaginazione e l'errore avevano eretto sotto il falso nome di scienza chimica.

Io non posso quindi dissimulare che quando pensava che le nostre scuole chimiche si trovavano in una situazione deplorabile; che l' esistenza, non che la perfezione, di pressochè tutte le ar-

ti non potea venire assicurata che dai lumi della chimica; che le più grandi Nazioni non fecero sortire quasi dal nulla le arti loro, se non dopo che uomini sommi avean di già versato una viva luce nelle officine per rettificare la pratica; quando pensava che senza il soccorso di questa scienza non si hanno che de' manipolatori, e giammai un artista illuminato che sappia evitare gli ostacoli fortuiti dell'arte, semplificare le operazioni, e trasmettere agli altri degli utili principj; quando pensava che la stessa nostra agricoltura per avanzare con rapidità e sicurezza d'effetto nel suo cammino, avea d'uopo anch' essa dei lumi della chimica; quando in fine io pensava che alle felici applicazioni di questa scienza tutte le dotte Nazioni debbono incalcolabili beni, non posso dissimulare, ripeto, che non sentissi sollevarsi la mia mente per la dolce speranza di poter essere fra noi uno de' promotori, e di poter combinare delle

nuove cognizioni onde spingere anche più oltre le spiegazioni dei fenomeni naturali. Per compiere un tale divisamento, conveniva ch'io cominciassi dall' offerirvi, o giovani studiosi, il linguaggio della nuova scienza, i suoi elementi e tutte quelle ulteriori mie fatiche che servir vi dovevano come d' altrettanti mezzi per penetrar nelle opere più profonde, e così rendervi, anche senza il soccorso dei precettori, più capaci degli oggetti sublimi di questa scienza.

A questo fine vi ho dapprima esibito una versione italiana della *Nomenclatura chimica*, la più conveniente all' indole della nostra lingua; indi gli *Elementi di chimica di Lavoisier*; di poi il *Trattato delle affinità di Morveau*; ed in fine la *Filosofia chimica di Fourcroy*, alle cui opere cercai sempre d' aggiugnere quelle illustrazioni che mi sembravano le più utili e le più necessarie. E se io debbo ai dotti stranieri l' onore

di vedere arricchite alcune di dette mie versioni di preziose aggiunte loro inedite, debbo pure a voi, o giovani studiosi, il piacere di vedere da voi accolte parecchie edizioni di tali opere, il che prova che voi affezionandovi alla scienza, facevate applauso ancora a'miei sforzi, e secondavate i miei disegni; e che anche per tal via realizzare si potevano le speranze della nazione.

Intanto io mi animava vieppiù a faticare per voi, non senza desiderio di poter offerire a tutta l' Italia l' interessante scientifico trattenimento che offersi ai Veneti, dimostrando, cioè, distintamente in mezzo al fiore di quella nazione, in un corso di sperienze dirette e successive, tutte le verità che avevano servito di fondamento alla nuova scienza.

Fu allora appunto che compresi essere indispensabile di collegare la chimica alla fisica particolare, e fin d' allora perciò mi nacque il pensiero d'abbozzare un trattato di chimico-fisica.

Scelsi a tale effetto una fisica italiana che mi sembrò la più acconcia, la *Fisica*, voglio dire, *del Poli*, coll' oggetto di porvi sotto gli occhi in altrettante note i lineamenti d'un corso di chimico-fisica, e di additarvi il metodo che si dee tenere per ispiegare le operazioni ed i fenomeni naturali. Se parecchie di tali spiegazioni sieno state soddisfacenti, mi è stato facile il rilevarlo, veggendo che, posteriormente alle mie, alcuni oltramontani credettero di averle eglino stessi rinvenute.

Generalizzando per tal modo tra noi lo studio della chimica e della chimico-fisica, atteso il vostro fervore ed il crescente mio impegno per secondarvi, conveniva finalmente ch' io scrivessi per voi un' opera il cui piano non potesse confondersi con quello di altre opere allora note. Essa, compatibilmente colle cognizioni di quel tempo, contener doveva *i fondamenti della scienza chimico-fisica*, e questi dovevano essere *applicati*

alla formazione dei corpi ed ai fenomeni della natura. La chimica della natura doveva esser separata dalla chimica di elaboratorio, ed in quella scorger da voi si dovea facilmente come i corpi tutti organici ed inorganici altro non formino che una catena necessaria e continua di composizioni e decomposizioni, da cui risulta l'ordine armonico della natura. Essa vi presentava così i primi lineamenti d'un quadro filosofico-chimico del globo, in cui vedevate presso a poco i vostri rapporti cogli oggetti che ci toccano, che ci circondano e che ci fanno agire. Quest'opera dovea quindi perfezionarsi di mano in mano che i lumi avanzavano, e contenere, come allora dissi, tutte le cognizioni fondamentali della scienza che si andavano acquistando. In fatti dopo otto anni, ho dovuto, in luogo di cognizioni meno esatte, inserire quasi tutto ciò che compreso si trova nelle *Tavole Sinottiche* di Fourcroy e molti altri articoli

fondamentali ancora che appartengono al suo *Sistema di cognizioni chimiche*. Avrei mancato al mio unico oggetto, se alle altrui fondamentali cognizioni, disposte nell' ordine da me divisato, io non avessi somministrato quegli anelli che connettere dovevano un sì ammirabile sistema, destinato continuamente a perfezionarsi e la cui connessione appunto additar doveva la vastità di questa scienza. Dopo la quinta edizione (1) vidi con gioia pubblicarsene una sesta a Venezia, ed una settima a Napoli; il che certamente vieppiù dimostra il genio vostro per tale studio.

Quest' era il cammino da me seguito, quando mi giunse tra le mani il *Saggio di Statica chimica* dell' illustre e dotto amico Berthollet. Egli era impossibile ch' io esitassi un istante a recarvi vol-

(1) *Fondamenti della scienza chimico fisica applicati alla formazione dei corpi ed ai fenomeni della natura* 8.° *t.* 4. *Milano.*

garizzata quest' opera profonda, che richiama a nuovo e rigoroso esame i principj della scienza; che col mezzo d' una folla di variate sperienze e di osservazioni esamina gli effetti delle cause chimiche generali; che riscontra in tali effetti costantemente alcuni caratteri immutabili; che generalizza l' idea di questi caratteri per giugnere in forza d' una perfetta induzione a discoprire tutte quelle leggi a seconda delle quali succedono e si uniformano le azioni delle stesse cause generali; che fa vedere che la stessa azione reciproca dei corpi naturali viene sottomessa alle medesime leggi; che deduce che le forze debbono talvolta equilibrarsi, confondersi, opporsi, neutralizzarsi e svilupparsi; che mostra che fu un errore l' aver creduto finora che alla sola affinità spettasse l' operare le mutazioni nei corpi e produrne i fenomeni; che paragona successivamente tutte le sostanze alla cui azione energica sono dovuti gli effetti più distinti e la

maggiore influenza nei fenomeni stessi; che scuopre l' identità tra i fenomeni chimici ed i fenomeni fisici, da cui si scorge che una sola esser dee la teoria di queste due scienze; che lascia luogo a sperare di veder ricondotti ad un centro comune tutti i punti della scienza e che i risultati non saranno se non se la spiegazione delle operazioni successive della natura; che dimostra che quantunque vengono determinate in modo differente dalle idee ricevute, le cause che agiscono e gli effetti che si producono, nondimeno il linguaggio chimico già adottato da tutta Europa non soffre alterazione veruna che.... Ma altro vi vorrebbe per darvi un' idea distinta di quest' opera sublime che già avete sotto occhio; ripeto solo ch' egli era impossibile ch' io compreso dall' eccellenza e dal vantaggio della stessa, esitassi un istante ad offerirvela, tanto più che per gli allievi chimici fu dall' autore principalmente destinata.

Questa mia fretta (non lo dissimulo) mi avrà forse impedito di usare tutta quella più scrupolosa esattezza che potea rendere vieppiù chiara la versione di un' opera che, per esser appunto ripiena di sublimi e affatto nuove idee, talvolta riesce oscura. Egli è certo però che in me prevaler doveva il bisogno che questa fosse posta tra le vostre mani nell' anno scolastico che va a cominciare; e perciò deposi anche l' idea, a principio concepita, di fare ad essa molte note ed una tavola ragionata delle materie che contiene.

Mi sono limitato a riempiere qualche picciolo vuoto, a riparare qualche leggera ommissione, ad inserire qualche lieve mutazione dall' autor indicata, ed a rendere intelligibili ad ognuno i nuovi pesi e le nuove misure dall' autore stesso impiegate.

Dopo quanto qui esposi, null' altro mi rimarrebbe a dirvi, se d' uopo non avessi ancora d' indicarvi che mentre,

come vi dissi, io sono soddisfattissimo dell' interesse che prendete per uno studio cotanto proficuo, non lascio però d' essere afflittissimo veggendo che poco esso é stato finora applicato alla nostra industria rurale, alla nostra mineralogia ed a tutte quelle altre arti che vita e miglioramento traggono da tali applicazioni. Eppure abbiamo ogni giorno sott' occhio la grande prosperità a cui a grado a grado pervengono quelle nazioni illuminate tra le quali ha luogo l' applicazione viva e pronta dei principj chimici alle arti ed alle scienze naturali; anzi veggiamo che i grandi uomini che direttamente o indirettamente fanno parte dei governi di tali nazioni, considerano lo studio della chimica e delle sue applicazioni come una delle parti le più utili e le più essenziali della pubblica istruzione. Perchè mai adunque dobbiamo noi essere gli ultimi tra i popoli inciviliti dell' Europa a coltivare con profitto questa scienza e specialmente le sue

applicazioni, quando la nostra posizione geografica, la qualità e quantità dei prodotti territoriali di cui il nostro suolo sarebbe capace, ed il genio de' suoi abitatori per introdurre e migliorare ciascun' arte, dovrebbero renderci primi? Come possiam essere spettatori tranquilli della rapida e successiva distruzione dei nostri boschi, e della carezza somma e progressiva d' ogni genere di legname, senza cercar di prontamente promuover dovunque delle nuove piantagioni, di animare l' escavazione de' carboni fossili noti, e di rinvenirne nuove sorgenti, almeno per soddisfare agl' immensi consumi delle fornaci di calce, di tegole, di stoviglie, di vetri e per tutte le operazioni metallurgiche, tintorie, dei sali ec. ec.? Chi non vede nella mancanza e carezza dei combustibili i mali crescenti per l'industria nazionale ed i danni reali per ogni famiglia? Quanti altri prodotti egualmente preziosi ed utili occultati non vengono dall' immensità delle nostre montagne,

dei quali non conosciamo che una minima parte? Tutto ciò avviene perchè non si è convinta ancora la Politica dell' indispensabile suo legame coll' agricoltura, colle arti, colle manifatture e con ogni genere d' industria, e quindi della necessità ch'ella ha di promuovere con ogni sforzo la chimica, facendone estendere ad ogni costo le benefiche sue applicazioni. Eppure in nessun' altra epoca piucchè in questa la Politica aveva bisogno di concorrere ad animarla. Non havvi oggidì filosofo che, meditando sulle cause che operar possono i grandi cangiamenti nell' industria dei popoli, chiaramente non vegga che l'incredibile avvenimento dell'apertura del Mar Nero alle nazioni, da cui versati vengono in Italia ogni anno più milioni di moggia di granaglie, e l' avvenimento non meno inatteso della prossima navigazione della Kulpa che portar dee tra noi i grani dell'Ungheria, non abbiano ad infievolire i vantaggi della nostra industria territoriale.

Quest'idea, che tra non guari io svilupperò un pò più (*), deve assolutamente generarne un' altra tra gli uomini retti ed illuminati, quella cioè, di preparare dei mezzi riparatori, poichè egli è certo che a noi non manca se non se la volontà, essendo questi mezzi tutti in nostro potere.

E qui nel finire ristringendomi alla sola Repubblica Italiana di cui felicemente membro pure io sono, delle scuole di chimica applicata, delle scuole d'agricoltura pratica, delle società agrarie debbono non solo esistere tra noi ma essere organizzate in maniera da corrispon-

(*) In luglio, od agosto dell' anno prossimo, epoca in cui mi riserbo a pubblicare il primo Saggio sull' introduzione e coltivazione tra noi delle pecore di razza Spagnuola, avrò campo, parlando in particolare di questo utilissimo e prezioso ramo di economia e prosperità rurale, di estendermi un poco anche intorno alla quantità e valore delle granaglie straniere ch' entrano in Italia e intorno pure all' influenza che aver debbono sulla nostra coltivazione.

dere al fine della loro istituzione; giacchè per isventura altre di queste scuole non si conformano nell' insegnamento coi lumi comunemente ricevuti, altre mancano di que' mezzi che le renderebbono utilissime per la dottrina e zelo degl' institutori, ed altre in fine non esistono dove la pubblica utilità sembra richiederle.

In quanto alle differenze d' insegnamento che ora sussistono tra le stesse scuole nazionali, le luminose discussioni di Berthollet nell' opera che qui offro, condurranno ogni studioso giovine, ben presto, ad un metodo uniforme, e quindi essenzialmente utile (1); ed in quanto al rimanente, non havvi dubbio che quando tra noi vedremo de' migliori metodi nell' istruzione generale guidar gli institutori, quando la natura dell' insegnamento sarà espressamente determinata

(1) Vedi intorno a ciò la nota XV particolarmente, pag. 461 di questo volume.

dall' interesse nazionale e dalla scelta delle opere le più acconce quando la predilezione espressa del governo per ogni genere di stabilimenti utili sarà altamente manifesta e dei mezzi d' incoraggimento saranno saggiamente distribuiti, e così promossa l' emulazione, quando infine l' istruzione diverrà viva, attiva, e strettamente collegata in tutti i rami che la compongono, allora otterremo anche noi tutti que' vantaggi di cui le altre nazioni sono già in possesso (**). Tali vantaggi d' altronde

(**) Se, per esempio, nel corso degli anni scolastici fossero obbligati tutti que' giovani che aspirano a divenir chi medici, chi chirurgi, chi speziali, chi ingegneri e chi agrimensori a dover spendere alternamente un' ora almeno ogni giorno or nello studio della chimica applicata agli oggetti di pubblica utilità, ora in quello della storia naturale e dell' agraria, e di poi per via di esame premiati venissero i più istrutti, in pochi anni parecchie centinaia di allievi ritornerebbero alle case loro rinvenendo per così dire ad ogni passo oggetti nuovi e preziosi, od oggetti da miglio-

sembrano anche dover necessariamente emergere dalla forma di questo nostro governo, dal conosciuto carattere degli uomini egregi che lo rappresentano, dalle cognizioni che la dotta Europa continuamente versa nella società, dalle grandi nostre sorgenti, dall'indole liberale che comincia a distinguerci, e finalmente dallo spirito di nazionalità che comincia ad animarci.

L'utilità dei miglioramenti e dell'introduzione delle arti che dipendono dalle chimiche cognizioni è immediata. In Francia, per esempio, le fabbriche di Chaptal lavoravano dei generi che venivano introdotti nello stato veneto, e le mie fabbriche in Venezia ne lavoravan pure di quelli che s'introducevano in Francia; ed in questo conflitto d'industria arricchivano coloro i cui lumi

rare, e quindi si troverebbero in istato di profittare o di far profittare ai loro concittadini con vantaggio sommo inoltre dell'arte che coltivassero.

presiedevano ad esse. Non si soffra dunque più a lungo che tali arti sieno tra noi o sconosciute, o mal dirette. Noi diamo agli stranieri, per esempio, il nostro solfo; altri popoli dell' Italia fan lo stesso: e poi andiamo in Inghilterra, in Olanda in Germania, ec. ad accettare *l' olio di vetriuolo* (acido solforico) che da quello facilmente si trae e ch' è indispensabile a tanti usi. Ciò accade d' una folla d' altri oggetti. Noi avremmo potuto continuare a vivere in tale vergognosa dipendenza, cambiando i nostri prodotti naturali coi prodotti dell' industria straniera; ma quando si scorge che i detti nostri prodotti possono sofferire un grande ribasso nel lor valore, la nazione allora dee scuotersi, creare una industria riparatrice, e così deludere il concorso delle straordinarie circostanze che tendono a pregiudicare i suoi più cari interessi. Cooperate, o giovani studiosi, alla gloria e prosperità nazionale, e vivete felici.

Varese 7 ottobre 1803.

SAGGIO

DI

STATICA CHIMICA

INTRODUZIONE

Le potenze che producono i fenomeni chimici derivano tutte dall' attrazion mutua delle molecole dei corpi, alla quale si è dato il nome di affinità, per distinguerla dall' attrazione astronomica.

E' probabile però, che l' una e l' altra non sieno che una stessa proprietà. Ma siccome l' attrazione astronomica non si esercita che tra masse collocate ad una tale distanza ove la figura delle molecole, gl' intervalli loro e le loro affezioni particolari non hanno alcuna influenza così gli effetti suoi, sempre proporzionali alla massa e alla ragione inversa del quadrato delle distanze, possono venire col calcolo sottomessi. Gli effetti dell' attrazione chimica ossia dell' affinità, sono al contrario talmente alterati dalle condizioni particolari e spesso indeterminate, che non è pos-

sibile il dedurli da un principio generale; ma bisogna per via di prove convincenti stabilirli successivamente. Non vi sono che alcuni di questi effetti, i quali, abbastanza distaccati da tutti gli altri fenomeni, si possano prestare alla precisione del calcolo.

L' osservazione sola adunque è quella che servir dee a stabilire le proprietà chimiche dei corpi, ovvero le affinità con le quali, in una circostanza determinata, esercitano essi un' azione reciproca. E poichè è molto probabile che l' affinità non differisca punto nella sua origine dall'attrazione generale, ne segue ch' essa deve egualmente venir sottomessa alle leggi che la meccanica ha determinate pei fenomeni dovuti all' azione della massa. Inoltre egli è ben naturale di pensare che quanto più generali saranno i principj a cui perverrà la teoria chimica, tanto più avranno analogia con quelli della meccanica. Ma non è che col mezzo dell' osservazione che giunger debbano a questo grado, che ormai già indicare si può.

L' effetto immediato dell' affinità che una sostanza esercita, è sempre una combinazione, di modo che tutti gli effetti che prodotti vengono dall' azion chimica, non sono che conseguenze dell' esistenza di qualche combinazione.

Ogni sostanza che tende ad entrare in combinazione, agisce in ragione della sua propria af-

finità, e della quantità sua propria. Queste verità sono le ultime espressioni di qualunque chimica osservazione.

Ma, 1. Le differenti tendenze alla combinazione debbono essere considerate come altrettante forze che concorrono ad un medesimo risultato, se sono cospiranti o che in parte si distruggono se opposte sono, di maniera che fa d' uopo distinguere queste forze per arrivare alla spiegazione de' fenomeni ch' esse producono, o per paragonarli fra loro.

2. L' azion chimica d'una sostanza non dipende solamente dall' affinità propria delle parti che la compongono, nè dalla sua quantità; dipende ancora dallo stato nel quale queste parti si trovano o rispetto ad una combinazione attuale che estingua una parte più o meno grande della loro affinità, o rispetto alla dilatazione o condensazione loro, che ne faccia variare la loro distanza reciproca: queste sono quelle condizioni le quali, modificando le proprietà delle parti elementari d' una sostanza, formano ciò ch' io chiamo *costituzione* della sostanza medesima. Ora per giugner dunque all'analisi dell'azion chimica, convien non solamente valutare ciascheduna di queste condizioni, ma ognuna ancora delle circostanze colle quali si trovano aver esse qualche rapporto.

Le proprietà dei corpi che possono modificare così l' affinità, hanno ancora degli altri effetti in-

dipendenti da quelli prodotti dalla combinazione, i quali formano l'obbietto delle differenti parti della fisica: vi sono anzi molti fenomeni che, quantunque prodotti o in tutto o in parte dall'affinità, debbono nondimeno essere considerati sotto un altro rapporto, o perchè l'affinità non vi contribuisce che quasi insensibilmente, o perchè l'esperienza non ha ancora potuto condurre a determinare le affinità particolari alle quali sono essi dovuti. Si additano come proprietà fisiche tutte quelle che non sembrano dipendere immediatamente dall'affinità.

Da ciò ne segue che spesso esister dee un rapporto fra le proprietà fisiche e le proprietà chimiche; che spesso è d'uopo ricorrere alle une ed alle altre per la spiegazione di un fenomeno, al quale esse possano contribuire, e che inoltre è necessario di stabilire una relazione intima fra le differenti scienze di cui la fisica si compone, affinchè esse possano rischiararsi scambievolmente.

I principj stabiliti sopra risultati di fatti osservati sotto ciascun punto di vista, e la spiegazione dei fenomeni chimici fondata sopra i loro rapporti, non disgiunti da tutte le proprietà di cui essi sono la conseguenza, costituiscono la teoria che distinguere si dee in teoria generale ed in teorie particolari.

Havvi delle scienze che possono sollevarsi ad

un certo grado di perfezione senza il soccorso d' alcuna teoria, e solamente per mezzo d' un ordine arbitrario che si stabilisce tra le osservazioni dei fatti naturali, di cui si occupano esse principalmente; ma non è lo stesso nella chimica, in cui le osservazioni debbono nascere quasi sempre dall'esperienza medesima, e in cui i fatti risultano dalla riunione fattizia delle circostanze che debbono produrli. Per tentar delle esperienze, bisogna avere uno scopo ed essere guidati da una ipotesi; e per trar poi qualche vantaggio dalle nostre osservazioni, bisogna compararle sotto qualche rapporto, e determinare almeno alcune delle circostanze necessarie alle quali ciascun fenomeno osservato dee la sua origine, onde da noi riprodurlo si possa. In questa guisa, delle supposizioni più o meno illusorie, delle supposizioni perfino chimeriche, che in oggi però sono affatto ridicole, ma che pure hanno indotto l'uomo ai tentativi i più laboriosi, sono state necessarie alla culla della chimica: col loro mezzo le sperienze si sono moltiplicate, un gran numero di verità si sono scoperte, e da queste molte arti si sono perfezionate.

Con tutto ciò la chimica non faceva che ammassare delle osservazioni incomplete e delle teorie particolari, che non avevano fra loro alcuna connessione, le quali si succedevano come capricci dell' immaginazione, nè avevan mai

alcun legame colle leggi generali. Orgogliosa ed isolata da tutte le altre classi di cognizioni, quanto più essa diveniva ricca, tanto più si allontanava dal carattere delle vere scienze.

Non si cominciò a riguardare la chimica come una scienza avente de' principj generali, che dal momento in cui si conobbe l' affinità come causa di tutte le combinazioni. Da quell'epoca in poi si è cercato di sottomettere ad un ordine regolare le successive combinazioni che differenti elementi possono formare, e a determinar insieme le proporzioni ch'entrano in queste medesime combinazioni.

Bergman diede una maggior estensione all' applicazione di questo primo principio: fece conoscere la maggior parte delle cause che ne potevano occultare o farne variare gli effetti, e fondò da se solo i metodi delle differenti analisi chimiche, che portò egli ad un grado di precisione che ignoto era prima di lui.

Con tutto ciò non era ancor noto un gran numero di fenomeni dipendenti dalla combinazione dell' ossigeno, che è la sostanza le cui affinità sembrano le più attive; nè tampoco nota non era la sua esistenza; abbisognava quindi supplire con delle ipotesi alla spiegazione dell'azione che esso esercita. Appena Priestley fece conoscere questa sostanza cotanto importante, Lavoisier ne determinò tosto le combinazioni, e riferì a questa

causa reale i numerosi effetti ch' essa produce. La viva luce che sparsero le sue scoperte immortali non solamente sui fenomeni che ne dipendevano, ma sull' azion ancora di molti altri gas scoperti all' epoca stessa, meritò alla rivoluzione ch' egli produsse l' onore di essere riguardata come una teoria nuova e generale.

La considerazione ben determinata d'una causa egualmente possente per le modificazioni ch'essa introduce nei risultati dell' affinità, quella cioè dell' azione del calore, si rendeva altresì necessaria per l' interpretazione della maggior parte dei fenomeni. Si doveva a Black la scoperta delle proprietà fondamentali del calore. Queste proprietà che, dopo di lui, avevano occupati molti fisici, furono sottomesse a delle leggi certe in una dotta memoria che si deve a Laplace ed a Lavoisier.

E' quindi chiaro che la chimica ha acquistato a' giorni nostri la cognizione di quelle proprietà generatrici inseparabili da qualunque chimica azione, e che sono la sorgente non meno di tutti i fenomeni da essa prodotti. Così questa scienza ha potuto stabilirsi sopra de' principj, la cui applicazione ha fatto fare rapidi progressi a tutte le cognizioni ch' essa abbraccia.

Come le teorie particolari limitano le considerazioni loro a certi fatti o ad alcune classi di fenomeni, così possono spesso ristringersi dette

teorie all' applicazione rigorosa delle proprietà ben avverate, e non essere in certa guisa che l'espressione riserbata all'esperienza fino al punto in cui i progressi della scienza diano loro una maggior estensione. Quindi possono essere ridotte a tutta quella certezza, che può benissimo appartenere alle cognizioni fondate sulla testimonianza de' nostri sensi; il che è specialmente vero per la determinazione degli elementi delle sostanze composte, e dei metodi coi quali si giugne a questa determinazione.

Non è lo stesso della teoria che abbraccia la considerazione di tutte le teorie particolari, e che cerca di distinguere ciò che vi può essere di comune fra le proprietà chimiche di tutti i corpi, da ciò che può dipendere da una disposizione particolare a ciascheduno: occupata a sparger luce sopra tutti gli oggetti, a perfezionare tutti i metodi, a raccogliere i risultati per paragonarli, procura di riconoscere tutta la potenza di ciascheduna causa e di tutte le cause che possono concorrere in ciascun fenomeno; porta le sue mire oltre ai limiti dell' osservazione; non paragona solamente i fenomeni di cui si possono precisamente assegnare le cause, ma indica inoltre il legame che può trovarsi fra le cognizioni acquisite e quelle alle quali si deve aspirare. Se questa teoria in fine lascia senza spiegazione un certo numero di fatti, di cui ancora non si co-

nosce alcuna conseguenza, sia perchè debbano essi essere rischiarati da più esatte sperienze o in miglior modo dirette, sia perchè essi dipendano da un conflitto troppo complicato di differenti proprietà, ella non di meno li coglie con distinzione, dal momento in cui vi scorge un barlume che guidare la possa.

Questa teoria è necessariamente appoggiata sopra delle verità ben stabilite e sopra delle congetture più o meno fondate; e, mercè l' applicazione dei principj a cui s' innalza, dà essa intorno ai diversi fenomeni delle spiegazioni più o meno complete, più o meno certe; si perfeziona e s' ingrandisce coi progressi dell' osservazione, e col suo commercio colle altre scienze.

Tosto che si conobbero le proprietà generali a cui debbonsi riferire tutti gli effetti dell'azione chimica, si pensò subito a stabilire come leggi costanti e determinate le condizioni dell'affinità che sembianza ebbero di soddisfare a tutte le spiegazioni; e reciprocamente si dedussero da queste leggi tutte le relative spiegazioni; onde è poi nella sola superficie che la scienza acquista con ciò, che ora si fanno principalmente consistere i suoi progressi.

Persuaso io che i principj adottati in chimica e le conseguenze immediate che ne derivano perchè servano anch' esse di principj secondarj, non dovevano ancora essere ammessi come massime

fondamentali, io gli ho richiamati ad un novello esame, ed ho digià pubblicato nelle mie ricerche sulle leggi dell' affinità le osservazioni che mi hanno indotto a credere che non si aveva ancora un' idea veramente esatta degli effetti ch' essa produce.

Il fine di questo mio *Saggio* è quello di estendere le mie prime riflessioni sopra tutte le cause che possono far variare i risultati dell'azion chimica, ossia del prodotto dell'affinità e della quantità. Esaminerò io dunque quale sia la dipendenza scambievole delle proprietà chimiche dei corpi, paragonate primieramente tra esse, e considerate poscia nelle differenti sostanze; quali sieno le forze che nascono dalla loro azione negli effetti che ne derivano, e quali fra queste forze quelle che concorrono ad essi effetti, o che a loro sono opposte.

Il Saggio è diviso in due parti: nella prima io considero tutti gli elementi dell' azion chimica, e nella seconda le sostanze che la producono, e che vieppiù contribuiscono a fenomeni chimici, classificandoli secondo le loro disposizioni o i rapporti che esistono tra le loro affinità.

Il primo effetto dell'affinità, sopra il quale io fisso la mia attenzione, si è quello che produce la coerenza delle parti ch' entrano nella composizione di un corpo; desso è l' effetto dell' affinità reciproca di queste parti ch' io distinguo col

nome di forza di coesione, e che diventa una forza opposta a tutte quelle che tendono a far entrare in un' altra combinazione le parti che, all' opposto, la detta forza di coesione tende a riunire.

Tutte le affinità che tendono colla loro azione a diminuire l' effetto della coesione debbono essere considerate come una forza ad essa opposta, il cui risultato è la dissoluzione. Qunado dunque un liquido agisce sopra un solido, la sua forza di dissoluzione, se prevale a quella di coesione, può produrre la liquefazione del solido. Ma talvolta quest'effetto ha luogo immediatamente; talvolta è necessario che la coesione sia da principio indebolita con un cominciamento di combinazione. Vi sono inoltre delle circostanze in cui il liquido non può agire che alla superficie del solido bagnandolo; ed il solido in fine non può nemmeno essere bagnato, qualora la sua affinità col liquido non produca un effetto maggiore di quello dell' affinità mutua delle parti di esso liquido. Queste due forze adunque producono, secondo il loro rapporto, differenti risultati che debbono essere distinti, ma che non bisogna, con alcuni fisici, attribuire a due affinità, l' una riguardata da essi come chimica, e l' altra come derivata dalle leggi fisiche.

Gli effetti della forza di coesione non poterono sottrarsi dall' attenzione de' chimici, i quali

però non l'han considerata che come una qualità de' corpi attualmente solidi; in guisa tale che, mancando la solidità, l'hanno eglino riguardata come distrutta. All'opposto gli effetti della coesione possono cessar di essere sensibili, senza che ella cessi di agire, come lo è di tutte le forze fisiche che si trovano in istato di compressione. E' questa una delle principali cause della differenza che si troverà tra le spiegazioni ch'io presento, e quelle che oggidì sono adottate, nelle quali si è trascurato di far entrare una simile considerazione.

L'azione reciproca che tende a riunire le parti d'una sostanza, può essere superata da una forza dissolvente; ed allora la sua energia diminuisce a misura che la quantità del dissolvente aumenta, o che la sua azione viene accresciuta dal calore. Al contrario essa aumenta, se le circostanze precedenti diminuiscono, e riproduce in fine degli effetti che sono dovuti alla sua preponderanza. Da ciò nascono le separazioni e precipitazioni che hanno luogo in un liquido, e che sono dovute alla formazione di un solido.

La cristallizzazione è uno degli effetti rimarcabili della forza di coesione. Le parti che cristallizzano, prendono una disposizione simmetrica che è determinata dall'azione scambievole dei piccioli solidi, che la loro forza di coesione fa separare da un liquido; e le condizioni d'un solido

che si rompe più facilmente in una data direzione che in un' altra, e ch' è più o meno fragile, più o meno elastico, più o meno duttile, dipendono da questa coordinazione.

La differente solubilità dei sali che proviene dal rapporto della forza loro di coesione con l' azione del liquido dissolvente, è non solamente la causa della loro cristallizzazione, ma altresì della loro separazione successiva per mezzo dell' evaporazione. Essa non è solamente opposta all' effetto del dissolvente, ma anche all' azione loro reciproca; poichè, mentre i differenti sali sono in dissoluzione, non formano essi che un liquido in cui tutte le azioni particolari si controbilanciano, sino al punto che la forza di coesione abbia acquistato abbastanza energia per far passare allo stato solido quelli che sono meno solubili.

Dacchè l'effetto immediato di ogni azione chimica è una combinazione, la dissoluzione adunque non è anch'essa che una combinazione considerata sotto il suo rapporto colla forza di coesione. Ora in ogni combinazione si osserva che l' azione d'una sostanza è sempre proporzionale alla quantità che può trovarsi nella sfera d' attività: una conseguenza immediata di questa legge, si è, che l' azione di una sostanza diminuisce in ragione di saturazione ch' essa prova.

Tra le affinità d' una sostanza havvene talvolta

una ch'è dominante, e che imprime alle sue qualità distintive un maggior carattere di distinzione: son queste per l'appunto quelle affinità energiche che servono a classificare le sostanze in un sistema di chimica, e che danno origine alla maggior parte dei fenomeni chimici.

Tutte le proprietà che derivano da detta affinità dominante divengono latenti, o ricompariscono con essa. La combinazione ne ha di nuove, le quali non hanno più alcun rapporto con quelle che scomparse sono colla saturazione; ma esse però non sono che una conseguenza dei cangiamenti che si sono operati dalla condensazione, o dalla dilatazione degli elementi della medesima combinazione: imperocchè l'azion reciproca delle molecole di una combinazione corrisponde alla condensazione o alla dilatazione che avvicina od allontana le molecole; quindi i sali che sono in istato di combinazione, hanno una solubilità ed una cristallizzazione particolare.

Quando le sostanze dotate d'un' affinità dominante subiscono una combinazione ch'è straniera all'azione di detta affinità, vi portano esse le proprietà tutte che ne dipendono, e che non sono che modificate dalla costituzione ch' esse hanno acquistata, e dal grado di saturazione che hanno provato. In questa guisa una lega conserva le proprietà metalliche; e quelle poi che provengono dall' azion reciproca delle molecole, sem-

plici sieno oppur composte, tali quali vengono dalla forza di coesione e dalla fusibilità, provano al pari della gravità specifica un cangiamento che prodotto non è che da quello della distanza scambievole delle molecole nella costituzione ch' esse hanno acquistata dalla combinazione.

Un' affinità dominante ed energica in una sostanza suppone una disposizione analoga in un'altra sostanza, le cui proprietà caratteristiche debbono perciò venir riguardate come antagoniste a quelle, essendochè le fanno sparire colla saturazione.

Gli acidi e gli alcali mostrano nel più alto grado queste proprietà antagoniste, che sono la sorgente principale dei fenomeni chimici: la reciproca loro azione merita dunque un' attenzione particolare.

Io considero prima di tutto come un attributo generale quella proprietà correlativa degli acidi e degli alcali di saturarsi scambievolmente, indipendentemente dalle affezioni particolari a ciascuno di essi, e dalle proprietà che dipendono dagli elementi di cui sono composti.

Siccome questa saturazione reciproca degli acidi e degli alcali è un effetto immediato della loro mutua affinità, così deve essa venir riguardata come la misura della loro affinità; dato sempre che sieno prese in considerazione le quantità ri-

spettive che necessarie sono per produrre un simile effetto. Da ciò ne segue che le affinità degli acidi per gli alcali, o degli alcali per gli acidi, sono proporzionali alla capacità loro di saturazione: io stabilisco in conseguenza che quando molti acidi agiscono sopra una base alcalina, l'azione di uno degli acidi non prevale sopra quella degli altri in maniera da formare una combinazione isolata, ma che ciascheduno degli acidi ha nell' azione una parte ch' è determinata dalla sua capacità di saturazione; ed insieme dalla sua quantità; io distinguo questo rapporto composto colla denominazione di *massa chimica*; e dico dunque che ciascheduno degli acidi che si trovano in concorso con una base alcalina, agisce in ragione della sua massa; e per determinare poi le masse, paragono le capacità di saturazione, tanto di tutti gli acidi con una base, quanto di tutte le basi con un acido.

Per ispiegare le combinazioni che si formano nel concorso di due acidi con una base, e quelle che si producono coll' azione di due acidi e di due basi, si è supposto un' affinità elettiva che, colla sua graduazione, sostituisce una sostanza da un' altra in una conbinazione, e che nell' azione reciproca di quattro sostanze, determina due combinazioni separate.

Questa supposizione non può conciliarci colla legge generale delle combinazioni; ma la consi-

derazione dei due effetti distinti dell' affinità in quanto che essa produce le combinazioni ed è il principio della forza di coesione, m' è sembrata bastante per ispiegare tutti i fatti che attribuiti vengono all' affinità elettiva ed all' azione delle doppie affinità.

La legge generale a cui è soggetta l' azion chimica, che le sostanze esercitano in ragion dell' energia della loro affinità e della loro quantità, non è solamente modificata negli effetti che ne dipendono dalla forza di coesione, essa lo è ancora dall' azione espansiva del calorico, e dalla causa del calore ch' è il principio dell' espansibilità. Siccome tutte le sostanze provano nella loro azione l' influenza del calorico, e ch' esso per conseguenza contribuisce a tutti i fenomeni chimici, così è importante il determinare con precisione le sue proprietà generali e gli effetti che può produrre nelle differenti circostanze. Io entrerò perciò solo in alcune minutezze elementari, quantunque sembrar possano straniere allo scopo ch' io mi sono proposto.

Dal rapporto dell' azion reciproca colla quale le molecole d' una sostanza semplice o composta tendono a riunirsi coll'azion espansiva che il calorico esercita sopra di loro, dipende la disposizione di essa sostanza alla solidità, alla liquidità, od allo stato elastico: l' efferto del calorico può contribuire, secondo le circostanze,

alla combinazione di detta sostanza colle altre, ovvero può esserle contrario. Quando il calorico produce lo stato elastico, si dee considerare il gas che ne proviene, come dovuto alla combinazione ch' esso forma, e l' elasticità come una forza opposta sì in riguardo alla solidità, che in riguardo alle combinazioni liquide; ma è d' uopo applicare all' elasticità ciò che ho rimarcato in proposito della solidità: la sua azione precede l' istante in cui essa diventa attiva.

Lo sforzo del calorico che tende ad accrescere la distanza delle molecole, sarebbe sempre opposto alle combinazioni delle sostanze tra loro, se spesso non producesse un effetto maggiore del primo ch' esso produce, diminuendo cioè la solidità ch' è un altro ostacolo alla combinazione, od aumentando l' elasticità la quale asseconda l' azione del gas: favorisce egli dunque così le combinazioni di alcune sostanze, ed è contrario ad altre, secondo le loro disposizioni. Non bisogna confondere questi effetti con quelli dell' affinità reciproca delle sostanze.

I fluidi elastici hanno un grande svantaggio relativamente alle altre sostanze nell' azione ch'esercitano sopra di esse, poichè portar non possono nella sfera d' attività ch' una piccolissima massa.

Nell' azion reciproca dei gas i risultati sono differentissimi, secondo l' intensità dell' affinità; quand' essa è debole si limita soltanto ad una dis-

soluzione nella quale le dimensioni rispettive e le proprietà non vengono punto alterate; quando essa è energica, queste dimensioni provano una grande diminuzione, e si formano delle combinazioni, ch' hanno delle nuove proprietà; ma bisogna conoscere le proprietà che distinguono i gas costanti dai vapori, i quali non prendono lo stato di gas che in certe circostanze soltanto.

Tutti questi effetti variano pei cangiamenti di dimensione che producono i cangiamenti di temperatura, e che sono molto più considerabili quivi che nei liquidi e ne' solidi. Importa dunque di determinare con esattezza le leggi che segue la dilatazione dei fluidi elastici, e di confrontare sotto questo rapporto quelli che sono permanenti e quelli che non prendono questo stato che in forza dell' azione de' primi, o in forza delle elevazioni di temperatura.

Le sostanze naturalmente elastiche possono essere ricondotte per mezzo della combinazione allo stato liquido o solido: allora esse acquistano per la loro condensazione delle nuove proprietà. Si dee distinguere l' azion chimica che possono esercitare in quello stato, e l' energia ch' esse hanno acquistata, e che possono comunicare alla loro combinazione, riguardando l'affinità di questa come una forza risultante dalle affinità elementari che ad essa succedono quando la combinazione cessa, o che danno origine a delle altre affinità

risultanti quando lo stato di combinazione viene a cangiarsi.

Tutti i fenomeni della natura avvengono nell'atmosfera che spesso concorre a produrli colla sua compressione, temperatura, o combinazione delle parti che la compongono: bisogna aver dunque una cognizione esatta delle qualità dell'atmosfera sotto questi tre rapporti.

Il risultato delle differenti cause ch' intervengono nell' azion chimica talvolta non è che una combinazione le cui proporzioni sono costanti; talvolta al contrario le proporzioni delle combinazioni che si formano non sono fisse, e variano secondo le circostanze nelle quali sono prodotte. Nel primo caso per cangiare le proporzioni, occorre un accumulamento di forze, che sia eguale a quelle che tendono a mantenere il loro stato di combinazione: superato quest' ostacolo l' azione chimica continua a produrre il suo effetto in ragione dell' energia delle affinità e della quantità delle sostanze che la esercitano. Io ho cercato di determinare le condizioni che limitano così le proporzioni in alcune combinazioni, e che sembrano mettere un' interruzione nella progressione dell' azion chimica.

Havvi ancor nell'azion chimica una condizione che deve esser presa in considerazione, e che serve a spiegare molti de' suoi effetti: dessa è l' intervallo di tempo ch' è necessario perchè

l'azione si eseguisca, e ch'è variabilissimo secondo le sostanze, e secondo le circostanze ancora. Io esamino sotto questo rapporto la propagazione dell'azion chimica.

Dopo di aver in si fatta maniera percorso tutti gli elementi noti dell'azion chimica, io passo alla seconda parte ch'è destinata a considerare le disposizioni delle sostanze le più rimarcabili per le loro proprietà chimiche, e le più classificate mercè il loro carattere distintivo, o la loro affinità prevalente. Io cerco di rinvenire nelle stesse loro proprietà l'origine di quelle stesse combinazioni che formano secondo lo stato nel quale esse vi si trovano, e la ragione insieme di que' fenomeni, a formar i quali esse combinazioni concorrono.

Esamino sotto questo aspetto le proprietà delle sostanze infiammabili, quelle delle loro combinazioni reciproche, quelle degli acidi composti e delle differenti combinazioni che ne sono derivate, secondo le proporzioni dei loro elementi, quelle degli alcali e delle terre, ed in fine quelle ancora delle sostanze metalliche.

Le sostanze vegetabili e le sostanze animali sono molto complesse, non tanto pel numero degli elementi che entrano nella loro composizione, quanto per le differenti sostanze che ne sortono, ognuna delle quali agisce con una forza risultante. Sono esse sì mobili e sì variabili, ch' egli

è ben difficile di giugnere ad una conoscenza esatta delle cause a cui si deve l' origine dei fenomeni che presentano. Perciò nella considerazione di queste cause usar si dee della maggiore circospezione. A tale oggetto io mi limeterò ad indicare quanto mi sembra meglio verificato, o quanto almeno havvi di più ragionevole nelle congetture sopra i fenomeni di questo genere che la chimica ha potuto osservare.

Si troverà una grande ineguaglianza nelle discussioni in cui entrerò. Passerò io rapidamente sopra alcuni oggetti importanti, ma che nulla presentano d' incerto ai chimici, e mi fermerò molto sopra degli altri che sono meno interessanti, ma che mi sarà sembrato che esigessero de' nuovi schiarimenti.

PARTE PRIMA

DELL' AZION CHIMICA IN GENERALE

SEZIONE PRIMA

DELL' AZION CHIMICA DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI

CAPITOLO PRIMO

Della forza di coesione.

1. L'azion chimica produce degli effetti differenti, secondochè una sostanza è gasosa, liquida, o solida: talchè ogni azion chimica non è un effetto semplice dell' affinità, ma viene modificata dalla costituzione dei corpi che la esercitano. Per conoscere adunque le cause dei fenomeni chimici, importa molto lo stabilire quale esser possa l' influenza della costituzione delle sostanze, e quale differenza inoltre apportar possa ciascuna delle sue condizioni, sia che essa la preceda, o che ne divenga un risultato. Io comincio dal considerare i rapporti dello stato solido collo stato liquido.

2. La coesione è l' effetto dell' affinità che le molecole esercitano le une sopra le altre, e che le tiene ad una distanza determinata dall' equilibrio di questa forza con quelle che le sono opposte : giacchè la proprietà posseduta dai corpi i più compatti di minorare essi di volume per gli abbassamenti di temperatura, prova che fra le loro parti non havvi un contatto immediato. I corpi, le cui parti integranti sono composte, sottomessi vengono alla coesione non men che quelli le di cui parti sono similari. Quindi è che il solfato di barite forma non solamente delle masse solide, ma inoltre tutte le sue parti in istato di combinazione prendono una disposizione simmetrica al modo istesso delle parti del cristallo di rocca.

Quasi tutte le parti delle sostanze liquide prendono anch' esse una forma solida quando l' effetto della liquidità è diminuito da un abbassamento di temperatura; ed è perciò che l' acqua si congela e forma dei cristalli. Non è da dubitare che lo stesso effetto non avesse luogo in tutti i liquidi, se si potesse produrre un freddo abbastanza grande; ma l'osservazione ci dimostra che havvi fra loro, riguardo a ciò, una grande differenza.

Gli stessi gas annunziano questa disposizione fra le loro parti; il gas muriatico ossigenato prende uno stato concreto, e cristallizza ad una

temperatura prossima a quella della congelazione dell' acqua: tutte le sostanze gasose, allorchè hanno perduta la loro elasticità per formare una combinazione, sono disposte a prendere lo stato solido, se la temperatura lo permette. Il gas ammoniacale ed il gas acido carbonico, per esempio, diventano solidi quando entrano fra loro in combinazione; e lo stesso gas idrogeno, il più sottile dei fluidi elastici, che possa essere contenuto in vasi, forma col gas ossigeno l' acqua che può diventare concreta.

Non si può quindi dubitare che tutte le sostanze non abbiano nelle loro parti una disposizione costante a riunirsi ed a formare un corpo solido; e che se questo effetto non può prodursi, da altro non dipende che dall' azion del calorico che supera la forza di coesione.

3. Quantunque gli effetti del calore e le proprietà del calorico debbano essere analizzate in particolare, egli è non di meno necessario di considerare, in ciò che ora anderemo esponendo, la dilatazione che produce in tutti i corpi in generale: essendochè la forza espansiva non è solamente contraria alla forza di coesione, ma alla tendenza ancora che hanno le sostanze a cambiarsi le une colle altre, quantunque pel suo effetto opposto a quello delle altre forze accada sovente che il calore favorisca queste combinazioni.

4. La forza di coesione sia che riunisca delle parti similari, o che agisca sopra una combinazione, s' accresce tanto più in una sostanza, quanto più le sue molecole si ravvicinano. L' allumina che, dopo di essere stata esposta ad un alto grado di calore, soffre una grande restrizione, non solamente acquista una grande coesione meccanica, ma la potenza ancora di resistere all' azione degli acidi e degli alcali: il zaffiro che non è quasi che allumina pura e la cui coesione potrebbe compararsi a quella dell' allumina che ha provato il maggior grado di calore, non viene attaccato dagli agenti chimici i più potenti, fintantochè non si distrugga in gran parte essa coesione: lo spato adamantino, ossia corindon, che non è quasi che dell' allumina, presenta ancor una maggiore resistenza. Da ciò risulta che la forza di coesione è non solamente opposta all' azione del calorico, ma a quella ancora di ogni sostanza che tenda a cangiare lo stato d' un corpo solido.

Noi troviamo dunque in tutti i corpi una disposizione a diventar solidi, la quale però varia considerabilmente secondo la loro natura; che, in opposizion sempre alla forza espansiva del calore, ne viene talvolta distrutta perchè dipende dalla distanza delle parti; ma che ricomparisce, diminuendosi ad un dato grado l' espansion dal calore prodotta.

Alcuni chimici hanno distinto sotto il nome d' affinità *di aggregazione* gli effetti della forza di coesione da quelli dell'affinità di composizione; ma non l' hanno ammessa che fra molecole della medesima specie, e l' hanno opposta all' *affinità di composizione*, quantunque la forza di coesione sia sovente una causa che determina le combinazioni, e che per conseguenza diventa allora ciò ch' essi hanno chiamato *affinità di composizione*.

5. Ho fatto rimarcare che molte sostanze gasose acquistavano colla scambievole loro combinazione la proprietà di diventar solide: da ciò risulta o che le loro parti provano, per l' atto di combinazione, un cangiamento simile a quello che i liquidi subiscono da un abbassamento di temperatura prodotto dal loro ravvicinamento, oppure che la figura delle nuove molecole è più favorevole alla loro azione reciproca.

Accade spesso ancora che due liquidi formano colla loro combinazione una sostanza solida, da cui avviene che in tali circostanze la forza di coesione che non poteva produrre alcun effetto sensibile, diventa una forza preponderante; il che indica ancora un' analogia tra gli effetti prodotti in una sostanza da un cangiamento di temperatura, e quelli che sono dovuti alla combinazione di due sostanze.

6. Quanto più l' azione del calorico s' indebolisce sopra un corpo, tanto più quella dell' affi-

finità reciproca acquista di energia, e tanto più inoltre le parti si ravvicinano. Da ciò solo segue la diminuzione di volume, che il raffreddamento cagiona nei corpi. Ma quando poi una sostanza passa dallo stato liquido allo stato solido, la forza stessa di coesione produce qualche volta un altro effetto contrario al primo.

7. Quando i corpi passano dallo stato liquido allo stato solido, le loro parti tendono a prendere quella disposizione nella quale la reciproca loro affinità si esercita con maggior vantaggio: nasce da ciò quella disposizione simmetrica ch'esse prendono e che costituisce la cristallizzazione. Questa disposizione simmetrica produce talvolta un aumento di volume che introduce un' interruzione apparente nell' effetto necessario del ravvicinamento delle parti, il quale è dovuto alla diminuzion dell' azione del calorico: ne fa prova l' acqua che diminuisce di peso specifico congelandosi, e ne fan prova ancora quelle tali porzioni di certi metalli non liquefatti o solidi che galleggiano su quelle parti già liquefatte, da cui dedurre si dee che il peso specifico di essi metalli, quando sono solidi, è minore di quello che hanno quando essi sono liquidi.

8. Le sostanze liquide, il cui volume prova un aumento nel passare alla solidità presentano un fenomeno che merita di essere rimarcato. Questa dilatazione di volume non si osserva so-

lamente al momento della congelazione, ma comincia a manifestarsi nel liquido, quando si approssima esso al termine della congelazione.

Mairan fu il primo a rilevare la dilatazione dell' acqua che si approssima al grado di congelazione, e De Luc ne determinò la quantità (1). Questi osservò ch' essa cominciava a manifestarsi quattro gradi circa sopra il termine della congelazione, e che la diminuzione che aveva luogo dall' ottavo grado sino al quarto, non faceva che compensare quest' effetto.

Osservò inoltre che l' influenza della causa che produce questa dilatazione, si fa scorgere a molti gradi che precedono quello in cui essa si manifesta con un accrescimento reale.

Blagden confermò non solo queste osservazioni (2), ma stabilì ancora che la dilatazione del volume continuava, ed anche in una maggior proporzione, a misura che la temperatura dell'acqua era abbassata al di sotto di zero, senza entrare in congelazione.

L' effetto non è dunque limitato al termine ordinario della congelazione dell' acqua: Blagden ha osservato di più, che quando questo termine era abbassato per mezzo della dissoluzione d' un

(1) Recherches sur la modification de l'atmosphère, ediz. in 8vo, tom. 2.

(2) Trans. philosoph. 1788.

sale, l' aumento di volume che dee precedere la congelazione si manifestava ad un termine incirca eguale, innanzi di divenire essa effettiva.

9. Essendo vero, che quando i liquidi si approssimano al termine dell' ebollizione, l' influenza dello stato elastico a cui vanno a passare, si manifesta con una progressione maggiore di dilatazione, qualche tempo prima che si cangino in fluidi elastici; ed essendo vero altresì, che la legge di dilatazione a cui essi fluidi sono soggetti, prova egualmente, come vedremo, una modificazione in vicinanza al termine di liquidità, così siamo costretti ad ammettere come un principio generale, che le cause determinanti i cangiamenti di costituzione di corpi, esercitano un'azione i cui effetti sono anche sensibili innanzi che il cangiamento di costituzione abbia luogo.

Una prima conseguenza di questo principio si è che l' affinità reciproca che può produrre lo stato solido, deve essere considerata come una forza che agisce non solo quando la solidità si manifesta, ma anche prima di questo termine: di modo che tutte le volte che si produce qualche sostanza solida, o per via d'una separazione o per via d'una combinazione, bisogna cercare nell'azione reciproca delle parti che acquistano la solidità la causa stessa che la produce, quantunque non si fosse essa manifestata innanzi.

10. Tutti i corpi che passano dallo stato li-

quido allo stato solido, non provano una dilatazione occasionata dalla disposizione che in quel punto acquistano le parti loro: havvene al contrario, e probabilmente il maggior numero, che soffrono una contrazione. Così l' acido nitrico e l' acido solforico, la cui congelazione dovrebbe avere una grande analogia con quella dell' acqua, provano nondimeno una contrazione che sembra anch' essere considerabile nell'acido nitrico (1).

Molti metalli nel divenir solidi acquistano una gravità specifica maggiore: il mercurio, per esempio, è di questo numero; ed il celebre Cavendish ha spiegato, per mezzo della contrazione che questo metallo prova, l'abbassamento del termometro, che proviene dalla congelazione del mercurio nell' istante in cui essa si opera: congelazione che si aveva concluso che dovesse dipendere da temperature molto più basse di quelle che hanno luogo realmente (2).

11. Non sono soltanto le sostanze che provano una dilatazione nel passare allo stato solido, quelle che possono conservare la loro liquidità ad un grado di temperatura più basso di quello della loro congelazione: Cavendish ha trovato

(1) An account of exper made by John. M.r Nab. by Henri Cavendish. Trans. philos. 1786.

(2) Trans. philos, vol. LXXIII.

che quest' effetto aveva luogo nel mercurio che si congela: ha inoltre osservato che questo stesso effetto era anche molto maggiore nella congelazione dell' acido nitrico, che in quella dell'acqua.

Questa specie d' inerzia, di cui sono egualmente dotate tutte le dissoluzioni saline giunte al termine della cristallizzazione, e che proviene o dalla difficoltà dei cangiamenti di posizione nelle molecole, o da quella del passaggio del calorico da una in un' altra combinazione, allorchè detti cangiamenti non son provocati che da una forza debolissima, si fa essa inerzia rimarcare in un gran numero di fenomeni, quando l' azione chimica ha con se poca energia. Quest' è un oggetto su cui ritornerò in appresso.

12. Siccome il movimento che s' imprime alle parti dell'acqua, poste al disotto del grado proprio alla sua congelazione, fa passare le sue molecole per un gran numero di posizioni, così conduce quelle che sono le più favorevoli all'azione reciproca; e quindi ne favorisce la congelazione. Blagden però ha fatto vedere che questa causa indicata da Mairan non aveva l' efficacia che vi si attribuiva, e rinvenne in vece che nulla determinava più prontamente quest' effetto, quanto il contatto di un frammento di ghiaccio; come anche il contatto di un cristallo salino produce un effetto analogo in una dissoluzione di un medesimo sale.

Tuttavia la sabbia sparsa nell' acqua ch' era al di sotto del termine della congelazione, non ha punto favorito la formazione del ghiaccio: al contrario le parti terrose che restano sospese nell'acqua e che distruggono la sua trasparenza, determinano la congelazione al termine in cui essa può operarsi. Questi fatti confermano non solo esser dovuto alla forza di coesione proveniente dall' affinità reciproca, lo stato solido che acquistano le sostanze liquide, ma provano ancora che il contatto delle sostanze già solide favorisce quest' effetto quand' abbiano un' affinità con quelle che debbono passare allo stato solido, e che al contrario non esercitano alcuna influenza sensibile sul fenomeno, se loro manca quest' affinità.

Si può già concludere da queste osservazioni che la coesione, effetto dell' affinità reciproca delle molecole, dev' essere considerata come una forza opposta alla liquidità, e che questa forza agisce non solamente quando la coesione esiste, ma che anzi è dessa che la rende effettiva e che si esercita fra le parti integranti che risultano da una combinazione, e del pari fra le molecole d' una sostanza semplice.

CAPITOLO II.

Della dissoluzione.

13. Se le sostanze liquide possono acquistare lo stato solido per l' accrescimento della forza di coesione, una causa contraria adunque può render liquido un corpo solido. Quando quest'effetto è prodotto dall' azion d' un liquido, ne costituisce esso la dissoluzione; allora l' unione diventa tale che tutto il solido che si è liquefatto, si trova distribuito nel liquido e uniformemente confuso con esso: l' uno e l' altro così più non presentano ch' una sostanza omogenea.

Due liquidi di gravità specifica differente possono in tal guisa, mercè l' azion loro reciproca, confondersi e non formare ch' un liquido uniforme.

L' azione reciproca di due corpi può essere tanto debole da non poter equilibrare la resistenza della forza di coesione, o della distanza della loro gravità specifica: gli effetti che ne derivano allora debbono essere differenti, quantunque occasionati dalla medesima causa.

Noi dobbiamo trovare quest'effetto più o meno completo in tutti i risultati dell' azion reciproca dei liquidi e dei solidi: sicchè desso è un fenomeno generale nel quale conviene rinvenire le leggi dell' azion chimica.

L' azion chimica delle differenti sostanze s' esercita non solamente in ragione della loro affinità, ma in ragione ancora della loro quantità: una conseguenza immediata n' è che l' azion chimica diminuisce a misura che la saturazione si opera.

Dalla corrispondenza esatta dei fenomeni colle conseguenze immediate di questo principio, e dalle circostanze inoltre che debbono modificare l' applicazione, avvenir dee che, di semplice supposizione, prenderà esso il carattere di legge generale dell' azion chimica: allorchè poi le spiegazioni di questi fenomeni potranno esserne naturalmente dedotte, si dovrà tosto rigettare ogni altra supposizione come falsa ed inutile. Io dunque vado a fare una prima prova di questa legge d' affinità, applicandola all' azion reciproca dei solidi e dei liquidi, e determinandone le modificazioni ch' essa dee ricevere dalle condizioni nelle quali i solidi ed i liquidi possono esercitare la reciproca loro azione.

14. Un liquido non può esercitare l' azione sua sopra d' un solido se non è a contatto di questo, o piuttosto se non si trova entro la sfera d' attività che l' affinità può avere; talmente che l' azione del liquido sul solido non è punto più attiva quand' esso abbonda di molto, di quando non ha che la quantità necessaria per istabilire tutti i punti di contatto possibile.

Nulladimeno, siccome in un liquido si stabi-

lisce un equilibrio di saturazione in tutta la sua quantità, così le parti che possono agire sul solido pervengono molto più lentamente al grado di saturazione, in cui cessa l'azione sua; di modo che la quantità di solido che si discioglie, è sempre proporzionale a quella del liquido, in conseguenza della legge generale d' affinità.

Da questa legge avviene ancora, che una sostanza ch' è in dissoluzione in una quantità maggiore di liquido di quella ch' è necessaria, vi è ritenuta da un' azione più potente, e che al contrario, la quantità di liquido ch' è superflua, è legata più debolmente dall' affinità della sostanza disciolta di ciò che esige la dissoluzione; il che è in tutto conforme all' osservazione.

Si vede adunque che la legge generale da me enunciata, non è quì modificata che dalla circostanza che limita la quantità del liquido che può esercitare simultaneamente l' azione sua.

15. L' azione chimica è reciproca: il suo effetto è il risultato d' una scambievole tendenza alla combinazione; nè si può dire rigorosamente che un liquido agisca piuttosto sopra un solido di quello che un solido agisca sopra un liquido: la comodità dell'espressione fa trasportare senza inconvenienza tutta l' azione in una delle due sostanze, quando si vuole esaminar l' effetto di quest' azione anzi che l' azione istessa.

Questa riflessione deve applicarsi a tutte le

proprietà ed a tutti i fenomeni chimici. Bisogna però considerare separatamente le due sostanze onde conoscere lo stato delle forze che l' una e l' altra di esse esercitano, non meno che i cangiamenti che sopravvengono nelle loro proprietà: prendiamo per esempio l' azione dell' acqua e della calce.

16. Quando la calce è posta nell' acqua, queste due sostanze esercitano un' azione reciproca; ma la forza di coesione è da principio troppo considerabile, perchè l' acqua possa operare una dissoluzione. La calce comincia ad inzupparsi di liquido; a misura che se ne satura, la sua forza di coesione diminuisce, e quand'è sufficientemente indebolita, l' acqua che si trova a contatto con essa può discioglierla. Allora si stabiliscono dunque due combinazioni che esercitano delle forze affatto opposte, finattochè sieno pervenute ad uno stato di saturazione, o di equilibrio, nel quale sono esse stazionarie per tutto il tempo che le condizioni restano le stesse; ma se la temperatura poi, o la quantità dell' acqua viene a cangiarsi, è d' uopo che si stabilisca un altro equilibrio.

La cosa istessa ha luogo in tutte le sostanze dotate di una forza di coesione che basti per non permettere che l' azione dell'acqua possa sormontarla, innanzi ch' ella sia sufficientemente indebolita dallo stato di saturazione che la medesima

coesione comincia a provare. Ma se queste sostanze non hanno che una debolissima coesione, o se sono già saturate d' acqua in guisa da non conservare appunto che una debolissima coesione, esse potranno disciogliersi immediatamente nell'acqua: i sali che hanno ritenuto dell' acqua nella loro cristallizzazione, si trovano in questo caso.

Se l' acqua non fosse in quantità sufficiente relativamente a quella della calce, uno solo dei due effetti menzionati avrebbe luogo; la calce cioè assorbirebbe l' acqua in totalità e comunicherebbe a questa il suo stato solido. Nulladimeno la coesione reciproca delle molecole della calce sarebbe talmente indebolita dalla saturazione che proverebbe, che potria da se sola ridursi in polvere.

17. L' acqua che spesso si combina con un corpo solido, non può indebolire abbastanza la sua forza di coesione per discioglierlo. Allora il corpo non fa che umettarsi, senza disciogliersi: quando poi la sua affinità per l' acqua, indebolita dalla saturazione che prova, è in equilibrio colla forza di coesione, cessa allora d' imbeversi. Spesso ancora l' acqua ha un' azione sì debole, paragonata a quella di coesione, che non fa che aderire alla superficie del corpo solido, bagnandolo soltanto.

18. Quando il solido è ridotto in picciole masse ovvero in istato polverulento, l'azione colla quale il liquido bagna queste picciole masse, può qualche

volta tenerle sospese, sormontano la differenza di gravità specifica, senza produrre dissoluzione. Ciò si osserva in alcune precipitazioni chimiche nelle quali il liquido non riprende più la trasparenza, malgrado la differenza di gravità specifica esistente tra esso liquido e la sostanza ch'egli cessa di tener disciolta: in tal modo questa sospensione annunzia un' affinità reciproca che mantiene le due sostanze in contatto, ma che non basta poi per produrre la dissoluzione. Se l' affinità del liquido pel corpo solido è ancora più debole dell'affinità reciproca delle sue parti, essa non bagna nemmeno il corpo: quest'è ciò che accade al mercurio il quale non aderisce che ad un piccolo numero di corpi.

19. L' azion dei liquidi sui corpi che essi non possono disciogliere, è dunque talvolta superiore all'azion mutua delle loro proprie parti, e talvolta è inferiore: da questa circostanza dipende la proprietà che hanno i fluidi di abbassarsi o d' innalzarsi al di sopra del livello della loro superficie attorno d' un solido che s' immerge. Con ciò si spiegano le proprietà dei tubi capillari e le attrazioni e ripulsioni che si osservano tra i corpi che ondeggiano sulla superficie d' un liquido, le quali erano state prese per reali, quand' esse non sono che una serie di curve che si formano al mutuo contatto, come Monge lo ha fatto vedere nei differenti casi che l' osser-

vazion presenta, de' quali diede una spiegazione quanto completa, altrettanto elegante (1).

20. Due liquidi si disciolgono parimente, allorchè l'affinità loro rispettiva prevale sulla forza di coesione e sulla differenza di gravità specifica che tendono a tenerli separati. In questa dissoluzione riscontransi i caratteri stessi della dissoluzione d'un solido, colla differenza però che la resistenza alla forza dissolvente, essendo in questo caso molto minore di quella che oppone un solido, la dissoluzione può più spesso operarsi in tutte le proporzioni, senza che si scorga alcuna differenza fra le parti superiori ed inferiori del liquido. Ma talvolta l'affinità rispettiva è sì debole, che nell'istante istesso che un liquido è saturato ad un certo punto, la resistenza eguaglia la sua azione; allora si stabiliscono due combinazioni le quali variano nella loro quantità, secondo le proporzioni dei due liquidi. Per esempio quando si aggiunge un poco di etere a molta acqua, ovvero un po' d'acqua all'etere, si fa una dissoluzione completa: ma se si mescolano quantità eguali d'acqua e di etere, si formano in vece due liquidi differenti; il superiore che contiene una grande proporzione di etere, e l'inferiore che tiene una grande proporzione d'acqua: cangiandosi la proporzione dell'acqua o dell'etere,

(1) Mémoires de l'Académie des sciences 1787.

si cangiano tosto le proporzioni fra i due liquidi che si separano.

Talvolta ancora l'affinità reciproca di due liquidi non può superare la resistenza che nasce dalla scambievole affinità delle loro parti, e della differenza inoltre del peso loro specifico. Si produce allora un effetto analogo a quello d'un liquido che bagna un solido; il liquido più leggiero si distende sulla superficie del più pesante, come accade all'oglio che si spande sull'acqua. Alla prevalenza d'affinità reciproca delle parti dell'acqua sopra quelle dell'oglio, si deve che una miccia inzuppata d'acqua non ammette nel succhiamento che parti acquee, ovvero ammette parti oleose soltanto, se si trova inzuppata d'oglio.

Non si può dubitare che le molecole d'un liquido non esercitino un'affinità reciproca che deve confondersi colla forza di coesione, poichè finisce col produrre la solidità per mezzo della congelazione. Da ciò deriva che queste molecole si spartiscono uniformemente quella sostanza che possono disciogliere, e resistono così all'azion dell'atmosfera per ridursi in gocce, e conservare una convessità. Quest'azione però può avere una certa energia, senza che la mobilità delle parti venga distrutta: nello stesso modo che un metallo può essere malleabile, cioè può permettere alle sue parti di scorrere le une sopra le altre, conservando non di meno una gran forza di coe-

sione fra le medesime parti. L'effetto d' una differenza nel peso specifico può altresì venir confuso con quello della forza di coesione; ma egli è ordinariamente sì picciolo, comparativamente alle forze che sono in azione, che non havvi che alcune circostanze in cui debba esser preso in considerazione.

21. Noi abbiamo percorso i differenti effetti che risultar possono dall' opposizione della forza di coesione e della forza dissolvente, secondo la loro intensità rispettiva. E' facile ora lo scorgere che la distinzione che alcuni fisici hanno voluto introdurre fra l' affinità chimica e l' aderenza fisica, non è punto fondata; e che quindi gli effetti che volevansi attribuire all' aderenza fisica dipendono dalla stessa causa da cui dipendono quelli che dovuti sono all' affinità, e non ne differiscono che per l' energia dell'azione reciproca, paragonata alla resistenza che le viene opposta.

22. Havvi un' altra forza ancora che concorre coll' azion de' liquidi ad agire sopra i solidi, e che ne favorisce la dissoluzion loro, qualora però non ne diventi contraria come principio d' elasticità: è questa l' azione espansiva del calore, la quale, opposta alla forza di coesione, ne distrugge l' effetto. Questa causa basta anche per render liquidi se non tutti, la maggior parte dei corpi solidi; ma siccome poi la dilatazione che

il calore produce ne' differenti corpi varia considerevolmente, così varia del pari l' effetto suo sulle dissoluzioni.

Quando questa causa agisce sola, si risultano ne' corpi resi liquidi delle proprietà analoghe a quelle che presentano le sostanze medesime tenute nello stato liquido, mercè l'azione d'un'altra sostanza: bisogna per altro separare dagli effetti comparativi tutto ciò che appartiene all'azion del dissolvente, che altrove io esaminerò più particolarmente.

Si osservano in tal guisa nell' azion di due corpi resi liquidi dall' azion sola del calore, secondo la loro quantità rispettiva e la loro disposizione alla liquidità, degli effetti che corrispondono a quelli che hanno avuto luogo nell' azion d' un liquido sopra un solido. Per esempio quando lo stagno ed il rame sono esposti all' azione del calore, lo stagno solo si riduce nello stato liquido, e non discioglie ch' uua picciola porzion di rame, a meno che la temperatura non venga innalzata al di sopra di quella ch'è necessaria per liquefare il rame; se il calore poi è uu pò maggiore, esso agisce davvantaggio sopra il rame quanto più inoltre è considerabile la sua proporzione. Ma se la quantità è picciolissima, l'azione del calore si limita alla superficie soltanto del rame, che esso non può liquefare, e non ne risulta che una stagnatura. Talvolta due metalli

formano una lega in qualunque siasi proporzione; talvolta, trovandosi l'azione loro reciproca troppo debole, non possono legarsi che in proporzioni determinate dalla loro differenza di gravità specifica e di fusibilita. In questi fatti e sotto questo rapporto, i metalli presentano le proprietà dei solidi che si discioigono in un liquido, o le proprietà dei liquidi che hanno una debole mutua affinita, ed un peso specifico differente.

23. La dissoluzione è dunque l' effetto d' una forza che può superare la resistenza della forza di coesione e la differenza insieme della gravità specifica. Quando la resistenza è troppo grande, bisogna che la dissoluzione cominci dall' indebolirla con un principio di saturazione della sostanza che se le oppone. Quando poi la resistenza ha molta energia, si stabiliscono due termini di saturazione tra le forze contrarie. Questi termini di saturazione variano tanto per le quantità rispettive, quanto per le altre circostanze che possono favorire od indebolire l' azione chimica.

Nell' azion d' un liquido sopra un solido, le quantità che determinano l' energia dell' azione sono quelle che possono trovarsi nella sfera d'attività; ma la quantità della sostanza che si discioglie, è sempre proporzionale a quella del liquido che serve di dissolvente.

CAPITOLO III.

Dell' azione reciproca delle sostanze che sono tenute in dissoluzione.

24. Quando un liquido è saturato d' una sostanza che esso ha disciolta, vale a dire, quando la sua azione indebolita dalla saturazione non può più sormontare la forza di coesione, che unisce le parti del solido, allora l' azion reciproca di tutte le parti attualmente liquide compone una sostanza omogenea che agisce in una maniera uniforme sopra i raggi luminosi; ma a meno che la dissoluzione non sia assai diluta da una soprabbondanza del dissolvente, e che per conseguenza la distanza introdotta fra le parti disciolte non sia portata ad un certo termine, nell' istante istesso che l' azione del liquido è accresciuta in ragione della sua quantità, la forza di coesione dev' essere sempre riguardata come una resistenza la quale continua ad agire. In fatti basta diminuire o la quantità del dissolvente, o il calore la cui azione concorre con quella del liquido, perchè la forza di coesione determini subito la separazione di una parte della sostanza già disciolta, purchè non si compensi l' una per l' altra, la diminuzione cioè della quantità del dissolvente, o quella del calore. Si è già veduto

che quest' azione si manifestava con degli effetti sensibili anche prima di diventare preponderante (18).

25. Quando o per la diminuzione della quantità del liquido, o per l' abbassamento di temperatura, la forza di coesione opera la separazione d' una porzione di sostanza disciolta, quasi sempre le parti che si separano, prendono una disposizione regolare la quale è dovuta ad un certo rapporto tra la figura loro e la loro affinità reciproca. Quindi ne risultano quei cristalli cotanto variati che la natura ci presenta, e quelli non meno che prodotti sono da un gran numero di combinazioni chimiche.

Le lamine che continuano ad applicarsi sul cristallo, sia perchè questo agisca sulla sostanza disciolta, sia perchè continui ad esistere nel liquido la causa di separazione, sono anch' esse composte di molecole simili alle prime, e continuano ad aumentare il cristallo, conservandogli la sua forma primiera: questo accrescimento non pertanto può essere determinato a farsi sopra d' una faccia piuttosto che sopra d' un' altra, secondo la posizione del cristallo, e le circostanze in cui la dissoluzione si trova.

Il cristallo che risulta da questa disposizione simmetrica delle molecole integranti, si trova talmente costituito, che levandosi l'una dopo l'altre le commessure per mezzo delle quali le lamine

sonosi riunite, si giugne ad un nocciolo, ch' è lo stesso in tutti i cristalli d' una medesima sostanza: di maniera che tutte le forme secondarie di questi cristalli dipendono dal decrescimento delle lamine sopraposte al nocciolo.

Questo meccanismo della cristallizzazione è stato da Hauy sviluppato con tanta superiorità, che esso è ormai divenuto una delle più felici applicazioni della geometria alle operazioni della natura. Questi risultati però dell' affinità e della forma delle parti integranti conducono a delle considerazioni che si scostano dalla chimica.

26. Le sostanze che sono tenute in dissoluzione esercitano un'azione reciproca la quale modifica gli effetti della dissoluzione e della cristallizzazione. Ora per determinare ciò che dipende da quest' azione, io sceglierò le sostanze saline le quali sono egualmente rimarcabili per la loro solubilità, per la loro cristallizzazione e per le chimiche loro proprietà. Io qui non le riguarderò che come sostanze che si disciolgono e che riprendono colla cristallizzazione il loro stato primiero, indi indipendentemente dalle cause che possono cangiare la loro combinazione.

Bisogna in prima osservare che quando la dissoluzione d' un sale si trova al punto di cristallizzarsi, un cristallo dello stesso sale vi determina la cristallizzazione. Da ciò nasce che nella cristallizzazione ordinaria tutte le molecole saline

vengono a deporsi sui cristalli che da principio si sono formati, in guisa che tutto il deposito salino si aggruppa, se la cristallizzazione non è di troppo precipitata.

27. Il contatto dei cristalli non determina soltanto la separazione della parte del sale ch'è disposta a depositarsi perchè essa si trova in eccesso rapporto alla quantità che l'acqua ad una data temperatura potrebbe tenerne in dissoluzione; ma la separazione poi diventa maggiore, poichè l'acqua ne separa anche una parte di quello che potrebbe tener disciolto: da cui ne segue che questa dissoluzione si trova ricondotta al di là dell' equilibrio dalla perturbazione tra la forza dissolvente e quella della coesione.

Non è soltanto un cristallo dello stesso sale quello che possa produrre quest' effetto; molti corpi agiscono egualmente fra loro, ma in una maniera meno efficace ed ineguale: quindi se s' immergono differenti sostanze solide nella dissoluzione d' un sale, questo aderisce ad alcune, e non alle altre.

Siffatte osservazioni provano che le sostanze solide esercitano un' azione efficace sopra quelle che sono ancora liquide, allorchè queste hanno con quelle un' affinità reciproca alcun poco energica. Quanto fu esposto sulla congelazione prodotta dal contatto del ghiaccio è egualmente confermato dalle proprietà dei tubi capillari.

Nelle dissoluzioni che prodotte sono da una debole azion chimica, il peso specifico della sostanza disciolto produce un effetto sensibile. In fatti o vi è allora nella parte inferiore della dissoluzione maggior quantità di sostanza disciolta, di quella che trovasi nella parte superiore, o si forma un sedimento di sostanze saline che vanno ad unirsi in fondo del vaso con quelle che sono già solide: in quest' ultimo effetto, il peso specifico concorre coll' azion del solido. A questo proposito io citerò un' interessante osservazione di Leblanc.

„ Posi, dic' egli, (1) in un vaso di circa „ due pollici di diametro, ed alto due piedi, „ una dissoluzione bastantemente saturata, onde „ dar dovesse de' cristalli. Sospesi nel liquore, „ a differenti altezze, e fino verso la superficie, „ dei cristalli della stessa specie di quelli che „ offerir dovevano la cristallizzazione: ripetei „ questa sperienza sopra differenti sali; ed eccone „ i risultati. Quando il liquore si trova sufficien- „ temente concentrato, tutti i cristalli crescono, „ con questa differenza però che l' accrescimento „ loro è maggiore, quanto più il cristallo s' ap- „ prossima al fondo del vaso. A misura poi che „ il liquore va spogliandosi di molecole saline, „ i cristalli decrescono per gradazioni simili a

(1) Journal de Physique tom. XXXIII. p. 376.

„ quelle dell' accrescimento loro. Giugne in tal „ guisa un punto in cui i cristalli che si trovano „ i più vicini alla superficie, si disciolgono in- „ tieramente, mentre quelli che occupano il fondo „ continuano a crescere; accade inoltre che „ questi ultimi seguono ad aumentare nella parte „ che tocca il fondo del vaso, mentre la parte „ opposta del medesimo cristallo si discioglie „ anch' essa successivamente per l' effetto dell' a- „ zione reciproca delle parti disciolte. "

29 Una dissoluzione salina può essere condotta nell' evaporazione ad un termine di saturazione maggiore di quello a cui per mezzo della dissoluzione potrebbe giugnere con una stessa quantità d' acqua e ad una stessa temperatura. Si può applicare a questa dissoluzione sopraccaricata, ciò che ho esposto intorno all' acqua la quale può soffrire un grado di freddo maggiore di quello ch' è necessario alla sua congelazione (8). Il movimento che le viene impresso, produce altresì una cristallizzazione improvvisa, e determina in questo liquido una posizione di parti saline fra le quali la loro affinità reciproca si esercita con gran vantaggio; ma quest' effetto non sarebbe che istantaneo, se i primi cristalli non agissero in seguito sulle molecole che restano in dissoluzione (26).

Quest' azione mutua dei solidi i quali tendono a dare la loro costituzione alle sostanze che tenute sono in dissoluzione, e colle quali eserci-

tano essi un' affinità reciproca al pari di quella dei liquidi i quali al contrario tendono a dare la liquidità, distruggendo la coesione e gli effetti successivi di queste due forze che possono alternamente diventar superiori mercè un cangiamento di circostanze, meritano una grande attenzione nella spiegazione dei fenomeni naturali.

30. L' azion mutua produce ancora degli altri effetti ch' è d' uopo rimarcare. L' esperienza fa vedere che quando l' acqua ha disciolto un sale con saturazione, poteva essa discioglierne ancora d' un' altra specie, e che in questo nuovo stato poteva riprendere la facoltà di discioghere una nuova quantità del primo sale (1). Se la forza dissolvente dell' acqua non fosse secondata da un' altra causa, siccome essa diminuisce in ragione dell' azione che esercita, così non potrebbe essa portarsi sopra una nuova sostanza senza non abbandonar quella che occupava la sua forza dissolvente. Bisogna dunque che un sale agisca sull' altro, che la loro azione mutua diminuisca la resistenza della loro forza di coesione, e per mezzo di ciò vi concorra l' azione dell' acqua.

31. Quando s' indebolisce l' azione del dissolvente, tanto diminuendone la quantità, quanto abbassandone la temperatura sua, la sostanza che

(1) Vauquelin, Ann. de Chim. tom. XIII.

era tenuta in dissoluzione, si separa in ragione dell' insolubilità ch' essa acquista in queste nuove circostanze. Ma quando si trovano molti sali che agiscano gli uni sopra gli altri, la loro solubilità si trova aumentata in una maniera ineguale, in ragione non solamente della loro affinità reciproca, ma in ragione ancora della proporzione nella quale essi si trovano: da ciò ne segue che quando un liquido contiene molti sali, si separano essi difficilmente in una prima cristallizzazione, a meno che non differiscano molto nella loro forza di coesione. Ma se dopo la prima separazione si ripetono le cristallizzazioni, allora la quantità d' un sale ch' è confuso con un altro, diminuisce successivamente: essa non cagiona più una resistenza che basti all' azion del dissolvente per opporsi alla separazione del sale il quale ha una forza maggiore di cristallizzazione, onde talvolta si finisce coll' ottenere una separazione completa. Talvolta però i due sali si confondono, particolarmente quando non differiscono molto nella loro solubilità, e prendono, cristallizzandosi, una forma particolare, ovvero conservano quella ch'è propria ad uno dei due. Ciò appunto accade al solfato di ferro ed al solfato di rame i quali si riuniscono e compongono un sale complesso, quantunque il primo abbia maggiore so-

lubilità del secondo (1), e che nella soda muriata gessifera (2) il solfato di calce prenda la forma del muriato di soda ad onta ancora che nella combinazione sia più abbondante il primo del secondo. In fine il liquido non di rado ritiene, dopo la separazione dei cristalli, un residuo incristallizzabile al quale si è dato il nome d'acqua-madre, e ch' è dovuto in tutto o in parte all' azion mutua delle sostanze saline.

Se la forza di cristallizzazione di due sali non è considerabile, l' azion mutua che essi esercitano può prevalere sulla medesima forza; di modo che i sali prendono per ciò la proprietà di cristallizzare, e la potenza relativa dell' acqua si trova aumentata, o non si ottiene che una parte sola dei due sali, secondo le proporzioni messe in dissoluzione; il rimanente resta confuso nello stato liquido, senza che si possa farlo cristallizzare colla semplice evaporazione e col riposo.

32. Vi sono anche dei sali i quali hanno così poca forza di coesione, che l' azione dell' acqua in qualunque picciola proporzione essa si trovi, basta per impedire la loro cristallizzazione; allora la resistenza della coesione può considerarsi come nulla: giacchè l'affinità di queste sostanze coll'acqua non sembra forte, se non perchè essa ottiene

(1) Leblanc, Journ. de Phys. tom. XXXI.
(2) Hauy, Traité de Minér. tom. II. pag. 365.

tutto il suo effetto. I sali che sono in questo caso attraggono facilmente l'umidità, e cadono, come suol dirsi, in deliquescenza; ma ciò che prova poi che, quantunque deliquescenti, hanno nondimeno una coesione attiva, si è che prendono la forma cristallina per mezzo dell'alcol il quale diminuisce l'azione che l'acqua esercita sopra di essi.

Per la stessa ragione questi sali agiscono con energia sopra gli altri, e se non trovano una grande resistenza nella forza di cristallizzazione, ne ritengono essi una proporzione più o meno grande nel residuo incristallizzabile.

33. Volendosi conoscere quest' effetto dei sali deliquescenti, bisogna esaminare le sostanze che rimangono nel liquido incristallizzabile. Se si aggiugnesse alla dissoluzione saturata d' un sale cristallizzabile, un sale deliquescente, ma in istato di dissecazione, si potria cadere in errore, perchè l'azione sarebbe composta: il sale deliquescente tenderebbe a prender dell' acqua, nel tempo medesimo che agirebb' esso sull' altro sale; l' effetto adunque in tal guisa ne saria composto: da una parte la saturazione dell' acqua tenderebbe a produrre una precipitazione, e dall' altra l' azione del sale deliquescente aumenterebbe la solubilità di quello ch' è atto a cristallizzare.

34. Abbiamo veduto (16) che quando un solido si dissolveva nell acqua, si stabilivano due com-

binazioni, una cioè dalla sostanza solida che riteneva una porzione d' acqua, e l' altra del liquido che teneva in dissoluzione una porzione di solido; questi due composti corrispondono alla forza dissolvente ed alla resistenza della coesione; cosicchè se la quantità del liquido si trovasse in picciola quantità, verrebbe intieramente assorbito, come scomparirebbe intieramente il solido, se fosse desso in picciola quantità. In ciascuna variazione di questi due rapporti si stabiliscono delle proporzioni corrispondenti alle due combinazioni; eccettuati però i due estremi, cioè 1. il termine in cui tutto il solido può essere disciolto dal liquido; 2. quello in cui tutto il liquido può essere ridotto allo stato di solidità.

Quando coll' evaporazione la quantità del liquido si diminuisce, ovvero sia che la sua forza dissolvente è indebolita da un abbassamento di temperatura, una parte del sale si separa e si cristallizza, ed il liquido che rimane nello stato di saturazione più non oppone che una debole azione a quella colla quale il solido che si separa tende a ritenere una porzione d' acqua, atta a favorire la disposizione simmetrica delle sue parti, ma però modificandolo.

Quest'acqua interposta fra le parti saline perde la sua liquidità per l' azione che prova, ma non si può in questo caso paragonarla rigorosamente al ghiaccio in cui l' affinità reciproca ha prodotto

una disposizione la quale ne ha cresciuto il suo volume. Nella cristallizzazione serve l' acqua, coll' azione sua intermediaria, a riunire in grossi cristalli le molecole le quali, nell' obbedir soltanto alla loro affinità reciproca, non potrebbono formare che delle masse isolate e molto picciole. In fatti se con un mezzo qualunque si toglie l' acqua da un cristallo, la sua forma n' è distrutta, e la sostanza salina si riduce in masse molto più picciole, fra le quali l' affinità mutua non produce più alcun effetto, fino a tanto che la forza di coesione non sia sormontata dall'acqua o dal calore.

35. Quest'acqua intermediaria non è necessaria ad ogni cristallizzazione, imperciocchè vi sono molti cristalli, e particolarmente fra le sostanze che hanno pochissima solubilità, i quali sembrano non ammetterne, od ammetterne in picciolissima quantità. Havvene ancora che sembrano poter cristallizzare tanto col soccorso dell' acqua, quanto senza di essa. Questa circostanza però basta a determinare un cangiamento di forma ne' loro cristalli: onde è molto probabile che a questa causa si debba la differenza di forma dei cristalli della calce anidro-solfata, cioè solfata senz'acqua, e del solfato di calce (1), e, come congettura Hauy, quella ancora dell' arragonite cogli altri carbonati calcarei.

(1) Traité de Minér. tom. IV. p. 348.

Sembra che i sali ch' hanno una gran forza di coesione, ritengano meno acqua di quelli la cui coesione è debole. Di fatti l' affinità reciproca delle molecole saline dev' essere un ostacolo all' azione loro sull' acqua: perciò avviene che dei sali possono conservare molta e non esercitare sopra di essa che una debole azione, come si scorge in que' sali che cadono in efflorescenza, vale a dire che cedono facilmente all' aria l'acqua loro di cristallizzazione. Un' azion più forte dei sali sull' acqua unitamente ad una debole coesione, dà loro la proprietà di essere deliquescenti.

Quell' acqua che non è ritenuta che da una debole azione, non contribuisce che ad alcune proprietà delle sostanze saline, i cui elementi esercitano un' azion reciproca molto più potente. Perciò anzi che una parte della sostanza può venir essa considerata come un intermedio il quale fa variare i fenomeni dovuti alla forza di coesione, ma questo intermedio contribuisce molto ai fenomeni della cristallizzazione, che bisogna distinguere da quelli i quali dipendono dall' azione che le sostanze possono esercitare sulle altre colla loro affinità distintiva. Da ciò deriva che le circostanze della cristallizzazione possono apportare molti cangiamenti nella forma dei cristalli, quantunque esse non influiscano sulle proprietà della sostanza: per lo che si troverebbono

probabilmente pochi rapporti tra la forma che andrebbe prendere una sostanza liquefatta dal calore, e sottomessa ad un raffreddamento graduato che permettesse alle sue molecole di pigliare una disposizione simmetrica, e quella che essa prenderebbe cristallizzandosi per mezzo dell' acqua.

Le cause che favoriscono la liquidità delle sostanze, diminuiscono l' effetto della forza di coesione, anche quando sono giunte allo stato solido. Ne segue perciò che i sali che ritengono molta acqua nella composizione dei loro cristalli, riprendono facilmente la liquidità per mezzo del calore: tale liquefazione che si chiama acquosa, si distingue da quella ch' è dovuta soltanto all' azion del calore. Avvertasi che la prima liquefazione non ha luogo tra i sali dotati d' una gran forza di coesione, e che nella loro cristallizzazione hanno ritenuto poca acqua.

L' azione reciproca di due sostanze produce dunque degli effetti paragonabili a quelli dell'azione che le molecole di ciascuna sostanza esercitano tra esse. Le une modificano le altre nel loro rapporto colla forza che produce la dissoluzione.

CAPITOLO IV.

Della combinazione.

36. Ne' capitoli precedenti ho considerato gli effetti dell' affinità reciproca, che la coesione delle molecole produce, e poscia quelli ho considerati che provengono dall' azione opposta dalla forza di coesione e da quella insieme d'un liquido che tende a distruggerla. Ma quì occorre avvertire che ogni azion chimica tra due sostanze differenti produce un effetto analogo a quello ch' è dovuto all' affinità mutua delle molecole similari, e ch' essa affinità forma o tende a formare tra esse un' unione ch' è il prodotto della loro affinità reciproca, e che differisce secondo la forza di quest' azione, e secondo la resistenza che le viene opposta. Egli è appunto a questa unione di due sostanze, ed egualmente all' atto che la produce, che si dà il nome di combinazione.

Da ciò risulta che la dissoluzione è una vera combinazione, e che la più debole azione sua è dovuta alla medesima causa. La differenza sola che havvi tra esse, è relativa all' aspetto sotto il quale vengono considerate. Nella dissoluzione, si porta principalmente l' attenzione sulla liquidità che un corpo solido acquista colla combinazione, ed in ispecie sull' uniformità delle parti del li-

quido composto: la stessa idea è applicabile alla dissoluzione gasosa. Nella combinazione si considerano principalmente le altre proprietà del combinato che si è formato, e che risultano dall' unione de' suoi elementi, comparandole con quelle che avevano le sostanze che si sono combinate. La dissoluzione bene spesso non è dovuta che a una debole combinazione che non ha potuto far disparire le proprietà caratteristiche del corpo disciolto.

Dalle considerazioni precedenti una conseguenza ne deriva, ed è che noi dobbiamo rinvenire nella combinazione le leggi che abbiamo osservate nell' azion chimica che produce la dissoluzione.

E poichè ogni azion reciproca produce una combinazione, ne segue che tutte le proprietà chimiche che distinguono una sostanza, sono derivate dalle sue affinità, o dalla tendenza sua alla combinazione colle altre sostanze, e che tutti i fenomeni ai quali essa concorre, dipendono dalla combinazione in cui essa entra, o da cui è scacciata, di modo che la combinazione ch' è il risultato di ogni azion chimica, è la causa generale degli effetti chimici che sono prodotti, ovvero dei fenomeni che si giugne ad ispiegare, paragonandoli tra essi affine di riconoscere la loro dipendenza scambievole, e considerandoli inoltre sotto i rapporti loro con tutte le combinazioni che li producono.

37. Fra le affinità d' una sostanza, havvene talvolta una che domina e che imprime ad essa un carattere particolare, e la maggior parte delle proprietà che possede non ne sono ch' una dipendenza. Queste sono quelle affinità dominanti le quali servono specialmente per classificare le proprietà chimiche delle differenti sostanze ed i fenomeni chimici che ne derivano. L' affinità quindi per l' ossigeno distingue le sostanze infiammabili; l' affinità reciproca degli acidi e degli alcali costituisce l' acidità e l' alcalinità; onde anche per questo esse affinità ed i loro effetti sono l' oggetto principale delle considerazioni chimiche.

L' affinità caratteristica suppone nei due soggetti della combinazione (ciò ch' io dico di due, deve applicarsi a tutti quelli ch' entrano in una combinazione complessa) delle proprietà che li rendono antagonisti; di maniera che una non può dominare che con aggravio dell' altra. Aggiungasi che un' eguaglianza di forze produce uno stato nel quale non si scorge più il carattere nè dell' uno, nè dell' altro dei due soggetti; ed è questo quello stato che si chiama neutro, e che non si scorge soltanto nell' azione reciproca degli acidi e degli alcali, ma nelle azioni ancora di tutte le forze antagoniste.

38. Se si considera ciò che si presenta all' osservazione nella combinazione reciproca di due sostanze antagoniste, d' un acido, per esempio, e

d' un alcali, si trova che l' acidità diminuisce a misura che la quantità dell' alcali aumenta, e si giugne ad un grado di saturazione in cui tanto l' acidità quanto l' alcalinità sono egualmente sparite e divenute latenti: se si continua però ad aggiugner dell' alcali, il suo carattere ricomparisce e diventa grado a grado dominante.

Si scorge adunque da ciò, 1. che l' acidità e l' alcalinità si saturano mutuamente ed a vicenda possono diventar dominanti, secondo la proporzione nella quale la combinazione si opera. Non havvi alcun ostacolo, alcuna sospensione nel cammino della combinazione e della saturazione che l' accompagna, a meno che la forza di coesi , o l' elasticità non producano una separazione nella quale le proporzioni si trovino determinate da una di queste due condizioni. 2. Che le proprietà acide ed alcaline diminuiscono, secondo il grado di saturazione che provano l' acido e l' alcali, di modo che si riscontra nell' azion chimica che esercitata viene con maggiore energia, i caratteri stessi che abbiamo osservati nel grado il più debole che la dissoluzione produce (14).

39. Scossi i chimici dal rinvenire in molte combinazioni delle proporzioni determinate, hanno spesso riguardato come una proprietà generale delle combinazioni, quella di costituirsi in proporzioni costanti; di maniera che secondo essi, quando un sal neutro riceve un eccesso di acido

o d' alcali, la sostanza omogenea che ne risulta è una dissoluzione di sal neutro in una porzione libera di acido, o di alcali.

Quest' è un' ipotesi che altro fondamento non ha che una distinzione tra la dissoluzione e la combinazione, e nella quale si confondono le proprietà che cagionano una separazione coll' affinità che produce la combinazione. Ma pria di ammetterla fara d' uopo conoscere le circostanze che possono determinare le separazioni delle combinazioni in un dato stato, e che limitano con ciò gli effetti della legge generale dell' affinità.

La separazione non sempre si opera al termine della neutralizzazione: il tartrito acidulo di potassa si separa e si cristallizza più facilmente del tartrito neutro: si dirà forse che l' ultimo è tenuto in dissoluzione dall' eccesso d' acido? Per ora io credo sufficiente il limitarmi a questo solo esempio.

40. In conseguenza di quanto ho quì esposto bisogna distinguere due specie di saturazione: una è il limite dell'azion chimica ch' una sostanza in date circostanze può esercitare sopra d' un' altra. Si dice, per esempio, che l' acqua è saturata d'un sale, quando non ne può più disciorre, quantunque nè le proprietà dell' acqua, nè quelle del sale provato non abbiano saturazione. L' altra è il termine in cui le proprietà antagoniste d'una sostanza sono occultate da quelle d' un' altra, e

si trovano nell' equilibrio che produce quello stato d' indifferenza che si chiama neutralizzazione: questa seconda saturazione di rado si riscontra al termine stesso della prima.

Quando una combinazione si è formata, i due suoi elementi si sono ritenuti in ragione della loro affinità scambievole ed in ragione inoltre della loro quantità rispettiva, di maniera che, conformemente alla legge generale dell' azion chimica, se uno dei due domina, la parte che si trova in eccesso è tanto meno ritenuta dalla sostanza antagonista, quant' è più considerabile l' eccesso. Ma siccome poi nello stato neutro, l' azione d' ogni elemento sulla sostanza antagonista è ben lungi dall' esser esaurita, così è chiaro di conoscere in qual guisa un sal neutro può provare l' azione dissolvente dell' acqua, senza che si cangi lo stato della combinazione. Nondimeno quando non havvi una gran differenza nell' azione che l' acqua esercita sopra ciascuno dei due elementi, e quando l' azione che gli unisce non è molto energica, quella dell' acqua può produrre dei notabili cangiamenti nella combinazione, come io farò più particolarmente osservare, allorchè tratterò dell' azion dei dissolventi.

42. La forza di coesione oppone una resistenza all' azion energica che produce le combinazioni, come la oppone egualmente nella dissoluzione.

Quindi se una combinazione non può effettuarsi, non bisogna già concludere che le due sostanze non hanno una reciproca affinità: l'allumina la più divisa non può direttamente disciogliersi nell'acido acetico; ma se si mescola una dissoluzione di solfato d'allumina colla dissoluzione d'un sale che contenga dell'acido acetico, questa combinazione può farsi e mantenersi. La forza di coesione che univa le molecole dell'allumina, poteva sola impedire nella prima circostanza questa combinazione. Tutti gli acidi possono tenere in dissoluzione la silice, qualora questa sia stata antecedentemente disciolta in un alcali, ma se poi si ravvicinano le molecole della silice col mezzo della dissecazione, allora la forza di coesione, che le riunisce, s'oppone alla dissoluzion loro negli acidi, eccettuato però l'acido fluorico.

43. Da ciò che si è detto ne segue, che tanto l'azion chimica la più forte, quanto la più debole, si esercitano in ragione dell'affinità reciproca delle sostanze e delle quantità che si trovano nella sfera d'attività. Ne segue inoltre, che l'azion diminuisce in ragion della saturazione, e che non havvi un termine in cui essa determini delle proporzioni, ma ch'è necessario nelle forze che le vengono opposte ricercare i limiti delle proporzioni delle combinazioni ch'essa forma, e quelle non meno della sua potenza. E' necessario altresì di distinguere due effetti dell'azion chi-

mica, quello cioè, col mezzo del quale si produce una saturazione reciproca e quello egualmente che arreca dei cangiamenti di costituzione.

Quando due sostanze esercitano un'azione chimica, le proprietà che dipendono dall' affinità che le riunisce, e che realmente non sono che la loro tendenza mutua alla combinazione nelle differenti circostanze in cui possono trovarsi, subiscono una saturazione proporzionale all' azion mutua: queste proprietà diventano latenti, e non ricompariscono in alcuna delle sostanze, se non a misura che l' azione d' una di queste o divenga dominante sopra quella dell' altra, od acquisti della libertà.

Le proprietà al contrario che dipendono dalla costituzione, non provano che cangiamenti relativi a quegli stessi della costituzione, che talvolta diventa media a quello delle due sostanze che si combinano, mentre in altre circostanze una delle due sostanze comunica all' altra lo stato suo, con delle modificazioni però che dipendono da questa nuova unione. In quest' effetto non havvi saturazione; nè vi si scorge se non che l' azion reciproca delle molecole le quali, secondo la forza della loro affinità reciproca, e secondo il rapporto ch' esse hanno col calorico, provano una condensazione più, o meno grande, ed acquistano maggiore o minore disposizione alla solidità, alla liquidità, od all' elasticità: quest' azion

reciproca produce degli effetti che conservano molta analogia cogli effetti meccanici.

In questa guisa la medesima causa produce due serie di proprietà le quali debbono essere considerate come forze particolari che concorrono ai fenomeni chimici, o che producono degli effetti che a vicenda si compensano, o si distruggono.

Una di queste due forze può talmente prevalere sull' altra, da impedire che l' una non cominci ad agire se non quando l' altra si trova già indebolita. Così, per esempio, nell' argilla condensata non vi si scorge alcuna delle proprietà che la caratterizzano, finatantochè non siasi distrutta la forza di coesione che unisce le sue molecole.

Oltre le affinità dominanti che sono il tronco delle proprietà caratteristiche delle sostanze rimarcabili per l' energia della loro azione, esse ne hanno ancora di secondarie che danno loro delle altre proprietà, e che seguono altresì le medesime leggi di saturazione: i loro effetti però spariscono quando un' affinità superiore in forza può esercitarsi.

Passiamo ora ad esaminare più particolarmente, nei rapporti degli acidi cogli alcalì l' azion reciproca delle sostanze che si combinano, e le cui proprietà si saturano reciprocamente.

SEZIONE II.

DELL' ACIDITA' E DELL' ALCALINITA'.

CAPITOLO PRIMO

Dell' azion reciproca degli acidi, e degli alcali.

44. Fra le sostanze dotate d'una forte affinità reciproca, gli acidi e gli alcali meritano d' essere distinti per l' energia della loro azione, pel numero delle combinazioni che formano, e per l' influenza che hanno nei fenomeni naturali e nelle operazioni delle arti. Sono essi che han principalmente somministrato i materiali atti a stabilire i principj della scienza; e perciò mi fermerò io particolarmente sull' esame della loro chimica azione.

Gli acidi e gli alcali si possono considerare sotto differenti rapporti. Si possono considerare, per esempio, sotto quello della loro composizione, delle modificazioni che possono provare per mezzo d' un cangiamento di costituzione e delle differenze che in riguardo a ciò li distinguono tra essi, o sotto il rapporto considerar

si possono dell' azion reciproca che esercitano come acidi e come alcali. Io quì non mi occupo che dell'esercizio reciproco d' una proprietà generale agli acidi e agli alcali, cioè dell' acidità e dell' alcalinità.

45. Vi sono delle sostanze che si conducono come acidi colle basi alcaline, e come alcali cogli acidi; tali sono la maggior parte degli ossidi metallici: si possono assimilarle agli acidi, quando esse ne fanno le funzioni, e agli alcali quando esse si combinano cogli acidi; con tutto ciò questa rassomiglianza è imperfetta, e non può servire alla classificazione delle loro proprietà. Vi sono ancora delle altre sostanze nelle quali le proprietà acide od alcaline sono talmente deboli che non imprimono loro un carattere dominante. Queste sostanze debbono essere esaminate nelle loro proprietà particolari; avvertendo che tutto quello che appartiene all' azion chimica degli acidi e degli alcali, si trova in ogni azion chimica la quale, colla sua energia, produce una saturazione delle proprietà distintive.

46. Il carattere distintivo degli acidi si è quello di formare, colla loro unione cogli alcali, delle combinazioni nelle quali più non si trovano le proprietà dell' acidità, nè quelle dell' alcalinità, qualora però le proporzioni dell' acido e dell' alcali siano tali da offerire quel grado di satu-

razione, che si chiama neutralizzazione.

L'acidità e l'alcalinità sono dunque due termini correlativi d' un genere di combinazione; ma gli acidi e gli alcali hanno, come gli altri corpi, delle proprietà che dipendono dall' azione reciproca delle loro molecole, e che possono modificare l' effetto della reciproca loro tendenza alla combinazione. Queste proprietà non subiscono la saturazione, ma o s' accrescono o diminuiscono secondo lo stato in cui si trovano le molecole combinate le quali, in ciò, si costituiscono alle molecole semplici dell' acido e dell' alcali non combinati.

Bisogna dunque distinguere con diligenza gli effetti della saturazione e quelli che risultano dall' azion reciproca delle parti integranti della combinazione, come bisogna pure distinguere in un acido ed in un alcali la tendenza loro reciproca alla combinazione, e gli effetti non meno della loro volatilità, fissezza, coesione e gravità specifica.

Oltre all' affinità che un acido ha per gli alcali, ne ha ancora di secondarie le quali stabiliscono tra esso e gli altri alcune differenze. L' affinità però che esso ha per gli alcali è quella ch' esercita la maggiore azione, e che produce le sue principali proprietà; quand' essa possa soddisfarsi, distrugge tutte le combinazioni che ha potuto formare in conseguenza delle altre

sue affinità: talmente che si dee riguardar essa come un'affinità dominante che gl'imprime il suo proprio carattere.

47. Da ciò deriva che nella comparazione degli acidi il primo oggetto che dee fissare l'attenzione, si è la potenza colla quale possono essi esercitare l'acidità che forma il loro carattere distintivo. Ora questa potenza si misura dalla quantità di ciaschedun degli acidi, ch'è necessaria per produrre un medesimo effetto, vale a dire per saturare una data quantità d'uno stesso alcali. Ell' è dunque la capacità di saturazione di ciascun acido quella che misurandone l'acidità sua, dà la forza comparativa dell' affinità alla quale è dovuta. Le proprietà però di ciascuna combinazione debbono dedursi da quelle de' suoi elementi i quali sono semplicemente modificati dall' atto stesso della combinazione.

In fatti, tutti gli acidi producono un medesimo risultato, esercitano una forza eguale neutralizzando gli alcali, ma l'osservazione dimostra ch' essi non possedono egualmente la stessa potenza, qualora si stabilisca la comparazione sulla loro quantità; ne fa d' uopo più o meno di ciascuna specie per produrre un medesimo effetto: ed è appunto in ciò che differisce l'energia della loro affinità.

Si può dunque dire che l'affinità dei differenti

acidi per una stessa base alcalina, è in ragion inversa della quantità ponderale di ciascun di essi, la quale è necessaria per la neutralizzazione, con una quantità eguale della stessa base alcalina; ma proporzionando le quantità all'affinità, si produce lo stesso effetto, di maniera che la forza che si mette in azione, dipende dall' affinità e dalla quantità, e che l' una può supplire all' altra.

48. Ho distinto col nome di *massa chimica*, quella facoltà di produrre una saturazione, quella potenza che si compone della quantità ponderale d'un acido e della sua affinità. Secondo questa diffinizione le masse che sono messe in azione, sono proporzionali alla saturazione che esse possono produrre nella sostanza colla quale si combinano.

Un acido adunque è tanto più potente, quanto più è atto a poter saturare una maggior quantità d' alcali. Lo stesso rapporto di potenza si conserverà fra gli acidi, quando la loro azione dovrà sormontare la forza di coesione, aggiungendo che bisogna applicar loro ciò ch' è stato esposto sull' azione reciproca d' un liquido e di un solido colle seguenti modificazioni.

49. E' d' uopo primieramente distinguere la potenza d' un acido la quale si misura dalla sua capacità di saturazione, e dalla sua energia che dipende dalla sua concentrazione. Un liquido

omogeneo, com' è l' acqua, ha sempre la stessa forza dissolvente, a un grado eguale di temperatura; ma un acido può essere diluto in una quantità più o men grande d' acqua, e con ciò la quantità sua che può trovarsi nella sfera d'attività, può essere talmente indebolita, da non bastare per vincere la forza di coesione che il medesimo acido più concentrato potrebbe sormontare. Egl' è ordinariamente in questo senso che un acido si chiama forte, ovvero debole.

In secondo luogo, la combinazione d'un acido con una base acquista una forza di coesione più o meno grande. Questa forza di coesione che sopravviene in una combinazione, è ordinariamente più forte al termine della neutralizzazione: talvolta però si riscontra essa a un grado differente di saturazione.

50. Dalle osservazioni precedenti risulta, 1. che si debbono classificare tra gli acidi tutte le sostanze che possono saturare gli alcali e far disparire le loro proprietà, e che si debbono pure collocare fra gli alcali tutte quelle che, mediante la loro combinazione, possono saturare l' acidità. 2. Che la capacità di saturazione essendo la misura di questa proprietà, essa servir dee a formare la scala della potenza comparativa degli acidi, ed egualmente quella degli alcali.

L' affinita presenta nella combinazione degli

acidi cogli alcali i due effetti ben distinti della saturazione e dell'azion mutua alla quale la forza di coesione è dovuta; colla prima le forze antagoniste spariscono; colla seconda le proprietà che dipendono dalla distanza delle molecole, ricevono al contrario un accrescimento: essendochè la forza di coesione è maggiore nelle combinazioni saline, di quello che non lo fosse nei loro elementi.

51. Nelle combinazioni neutre adunque più non si conoscono le proprietà caratteristiche dei loro elementi; ma quelle che appartengono a queste combinazioni, finchè esistono nello stato loro d'integrità, derivano quasi intieramente dall'affinità reciproca delle parti integranti della combinazione: tali sono la fissezza, la durezza, la fusibilità, la volatilità, gli attributi della cristallizzazione e la gravità specifica. Ma siccome le proprietà delle combinazioni che dipendono dall'affinità reciproca delle parti integranti della combinazione, hanno un rapporto costante colle proprietà delle parti elementari, così io cercherò di stabilire in appresso qual sia questo rapporto e quali sieno inoltre le condizioni che lo fanno variare.

Ne' capitoli seguenti io mi servirò della forza di coesione che appartiene alle combinazioni, od anche ai loro elementi, per ispiegare gli effetti che ne dipendono e che sono stati confusi

con quelli dell' affinità che produce la saturazione; ma io mi limiterò a considerare questa forza come la causa delle separazioni che si operano indipendentemente dalle circostanze, le quali collocano il maggior effetto in un prefisso grado di saturazione.

E' d' uopo stabilire i principj esposti in questo capitolo, esaminando se corrispondono essi esattamente ai fenomeni che presenta l' azion reciproca degli acidi e degli alcali nelle differenti circostanze in cui essa azione si esercita.

CAPITOLO II.

Dell' azion d' un acido sopra una combinazione neutra.

52. Abbiam testè veduto che tutti gli acidi avevano la proprietà di saturare gli alcali, e di formare una combinazione neutra; ma che occorrevano differenti quantità per produr quest' effetto, talmentechè ogni acido, a peso eguale, ha una capacità di saturazione che gli è propria per ciascuna specie di alcali.

Quando un sal neutro è disciolto, e che si aggiunga un acido alla sua dissoluzione, oppure quando si opera la sua dissoluzione col mezzo d' un acido, questo entra tosto in concorrenza

coll' acido già combinato, l' uno e l' altro agiscono sulla base alcalina, ciascuno in ragione della sua massa, come se la combinazione non avesse esistito. I due acidi giungono così ad un grado istesso di saturazione: di maniera che la saturazione comune è eguale a quella che si sarebbe ottenuta se si fosse impiegato una quantità d' un sol acido che uguagliato avesse colla sua capacità di saturazione i due acidi che sono messi in azione.

Non si può adunque dire, qualora tutte le circostanze restino eguali, che un acido ne scaccia un altro dalla base colla quale esso era combinato: divide in vece l'azione ch' era esercitata sulla base per produrre la saturazione in ragione delle masse impiegate. Il primo acido che n' era in combinazione, tanta perde della unione sua colla base, quanta il secondo ne acquista, e da questa perdita ricupera esso una porzione dell' energia sua propria onde agire sopra di altre sostanze in ragione dell'acidità che conserva.

53. Queste sono le conseguenze che immediatamente si deducono dalle proprietà dell'affinità; eppure la teoria che si è stabilita dai chimici, è differente. Si è riguardata l' affinità d' un acido con una base come elettiva, si è attribuito cioè ad essa affinità la proprietà di eliminare intieramente un acido da una combinazione per sosti-

tuirlo in suo luogo, e si sono costrutte le tavole d' affinità sopra questa potenza comparativa.

Se si considera però che un acido esercita un' azione potente sopra una combinazione neutra; se si considera che trattone un picciol numero di eccezioni, esso discioglie tutte le combinazioni neutre, malgrado la resistenza della loro coesione, e che l' azione sua è tanto più potente, quanto più esso è concentrato, egli è facile il riconoscere ch' esso acido esercita la sua azione chimica sulla combinazione, e che per conseguenza quest' azion dev' essere proporzionale alla sua affinità ovvero alla sua capacità di saturazione ed alla sua quantità. L'acqua istessa esercita la sua azione chimica, e non è che per mezzo di questa forza che essa produce la dissoluzione d' una combinazione neutra. Se essa poi non cangia lo stato suo di saturazione, ciò dipende perchè tutta l' azione sua non equivale alla tendenza mutua che rimane ai due elementi della combinazione: ma se questa non è dovuta che ad una debole affinità, l' acqua basta per determinare un altro stato di saturazione.

Feci vedere con esperienze dirette (1), che le combinazioni ch' erano considerate come prodotte dalle affinità elettive, alle quali si attri-

(1) Recherches sur les lois de l'affin. Mém. de l'Inst. tom. III.

buiva la maggiore superiorità, cedevano a delle altre che riguardate venivan come inferiori, purchè si fossero indebolite le circostanze che tendevano a mantenere le prime.

54. Si sono dunque confusi gli effetti ch'erano dovuti alla forza di coesione, o all' elasticità (le quali producono le separazioni delle combinazioni) con l'affinità reciproca per mezzo della quale le loro proprietà acide ed alcaline si saturano e giungono allo stato neutro.

Consideriamo nell' azion d' un acido sopra una combinazione neutra, gli effetti della forza di coesione che risulta dall' azione reciproca degli elementi di questa combinazione, tanto se esiste essa prima dell'intervento d'un acido, quanto se ne divenga una conseguenza.

55. La disposizione alla solidità, appartenente a proporzioni determinate di acido e di alcali, e l'insolubilità che ne proviene, sono talvolta sì grandi, che questa combinazione si forma e si separa intieramente, quantunque abbiavi un grande eccesso d' acido. Quindi se si mescola una dissoluzione di barite coll' acido solforico, tutta la barite si separa e si precipita in solfato, e l'azione che il liquido esercita sulla combinazione che si è formata, non può sormontare la resistenza che presenta la sua insolubilità. Quest' effetto è indipendente dalla differenza degli acidi, imperciocchè lo stesso acido solforico non

avrebbe più azione sopra questo precipitato, a meno che esso non fosse in uno stato di concentrazione a cui gli altri acidi non possono essere ridotti.

Ma se l'insolubilità non è sì grande può allora essere sormontata da un eccesso d' acido maggiore, o minore, secondo il grado d'insolubilità. Così l' acido ossalico non precipita in ossalato di calce ch' una parte della calce la quale forma una combinazione neutra con un altro acido. Qualora poi l' acido della combinazione ha acquistato una certa energia a cagione della diminuzione della base, tosto controbbilancia lo sforzo dell' insolubilità, e l' ossalato di calce cessa di separarsi. L' insolubilità del solfato o del fosfito di calce è più facilmente sormontata: una debole acidità basta per farne sparire l' effetto.

56. Allorchè due acidi adunque agiscono sopra un alcali, si stabilisce un equilibrio di saturazione, che è il prodotto della quantità di ciascun dei due acidi, e della capacità relativa di saturazione. Ma allorchè si forma una combinazione che si precipita, si stabiliscono due composti i quali esercitano delle forze opposte (16); l' uno è formato dalla combinazione insolubile e l'altro dalla combinazione che resta liquida, e che si trova con un eccesso di acido. Quest' ultimo composto esaurisce la sua azione dissolvente sulla sostanza insolubile: i risultati dipendono dall'

insolubilità comparata coll' energia dell' acido. Ma siccome l' azione degli acidi è proporzionale alla loro quantità, aumentando la quantità dell' acido ch' è opposta all' insolubilità, così si può diminuire quella del precipitato, o farlo sparire, eccettochè la forza di coesione non sia troppo grande per cedere a quella che tende a distruggerla.

57. Quando si forma una separazione, o col mezzo d' una precipitazione immediata, o con quello d' una cristallizzazione, il liquido che rimane (tranne i casi rari in cui l' acido opposto è intieramente separato, formando una combinazione insolubile) è composto d' una parte dei due acidi e d' una parte della base. Non si deve adunque riguardarlo come una dissoluzione della combinazione insolubile cagionata dall'altro acido: l' uno e l' altro acido vi esercitano le loro forze sulla base, l' uno e l' altro agiscono in ragione della loro energia e della loro quantità, e si mettono in equilibrio di saturazione (35).

58. I residui incristallizzabili nei quali non si è considerato (31) se non che l' azione reciproca delle sostanze neutre, possono essere molto aumentati dall' eccesso d' una delle sostanze saturanti; il mezzo di ricondurli alle condizioni menzionate, è quello di far disparire l' eccesso dell' acido, o dell' alcali che si oppone alla cristallizzazione.

La sostanza che talvolta viene separata dalla forza di coesione, non è una semplice combinazione d' uno degli acidi e della base alcalina, ma è formata di certe proporzioni dei due acidi e della base alcalina le quali si trovano esser dotate d' una insolubilità che determina la loro separazione, come accade ad una semplice combinazione e per la stessa ragione.

59. Si è ora veduto ciò che avviene quando due acidi stabiliscono la concorrenza della loro azione sopra una base nel mezzo d' un liquido. Alcune circostanze però fanno cangiare i risultati, quando un acido porta l' azione sua sopra una combinazione insolubile, e ch'è di già formata. Allora la forza di coesione può molto variare nella stessa specie di combinazione, come abbiamo veduto ch' essa poteva variare relativamente alla dissoluzione, per la qual cosa è d'uopo applicar quì, quanto è stato esposto intorno a quest' oggetto.

L' acido adunque non agisce allora in ragione della sua quantità totale, ma in ragione della quantità che può trovarsi nella sfera d' attività, in cui l' energia sua dee lottare contro la resistenza della coesione (14, 49): l'azione sua s' indebolisce a misura che s' avvicina esso allo stato di saturazione; quella della combinazione solida, al contrario, resta la stessa, perchè non havvi che la superficie che possa esercitarla suc-

cessivamente : cosicchè si stabilisce tosto nel liquido un grado di saturazione il quale non può essere superato dalla stessa resistenza di coesione. Da ciò risulta l'utilità di tutti i mezzi che s'impiegano tanto per moltiplicare i punti di contatto, quanto per diminuire la forza di coesione delle parti solide, e la differenza non meno che si osserva tra una combinazion recente e sommamente divisa, e la stessa combinazione la quale sia stata disseccata od esposta ad un gran fuoco.

60. L'azion d'un acido o d'un alcali sopra una combinazione che, nel caso di liquidità, si esercita in ragione della massa, è dunque modificata. Allorchè la combinazione è solida, od allorchè la combinazione che si forma lo diviene: così l'effetto della coesione che le appartiene ed il risultato ancora variano, secondo lo stato di questa forza, e secondo la quantità e l'energia dell'acido e dell'alcali che possono trovarsi nella sfera d'attività.

Quanto abbiam quì esposto, si dee applicare all'azion d'una base alcalina sopra una combinazione neutra. Ma siccome poi la forza di coesione è molto maggiore in alcune di queste basi, di quello ch'essa lo sia negli acidi, così per ciò l'influenza sua è molto maggiore in quest'azione.

Se si dissecca un miscuglio di parti eguali di soda e di soltato di potassa, e che poscia

coll' azione dell' alcol si levi l' eccesso dell' alcali, il residuo si trova composto di solfato di potassa e di solfato di soda.

Il solfato di potassa, ch' è molto meno solubile del solfato di soda, sarebbe il primo a separarsi. Se poi si facesse svaporare il miscuglio, senza aver prima separato l' eccesso dell' alcali, l' alcali in questa circostanza s' impossesserebbe della maggior parte dell' acido, e vi rimarrebbe soltanto un residuo incristallizzabile con eccesso di soda, entro il quale vi sarebbe ritenuta una porzione di solfato di potassa.

61. Siccome l' alcol discioglie egualmente la soda e la potassa, così l' azione sua non cangia sensibilmente il risultato dell' azione reciproca dell' acido e de' due alcali: questa sperienza è dunque atta a far vedere la divisione dell' azione d' un acido sopra due alcali, indipendentemente dagli effetti della forza di coesione delle due combinazioni. Ma trattandosi il muriato di soda colla calce, si hanno appena degl' indizj della decomposizione del primo, in quanto che, non avendo la calce che pochissima solubilità, non può essa agire che in picciolissima proporzione, ed a misura che l' evaporazione s' innoltra, la stessa sua insolubilità tende a separarla, mentre la soda le oppone tutta la sua massa. In questo caso l' alcol non può servire a determinare l' azione, perchè non può più separare l' eccesso della base alcalina.

L' azion d' un acido o d' un alcali, sopra una combinazione la quale, nel caso di liquidità, si esercita in ragion della massa, è dunque egualmente modificata allorchè la combinazione è solida, od allorchè la combinazione che si forma lo diviene. Da ciò segue che tanto l' effetto della coesione che le appartiene, quanto il risultato, variano secondo lo stato di questa forza e secondo la quantità e l'energia dell'acido e dell'alcali che possono trovarsi nella sfera d' attività. Lo stesso dicasi dei precipitati le cui condizioni formeranno il soggetto del capitolo che segue.

CAPITOLO III.

Dei precipitati prodotti per mezzo degli acidi, o per mezzo degli alcali.

62. Quando un acido forma un precipitato per mezzo della sua combinazione con una base alcalina che il separa da un altro acido, allora l' insolubilità che cagiona la precipitazione, appartiene alle qualità naturali di ciascuno degli elementi della combinazione la cui disposizione alla solidità si trova accresciuta dalla condensazione che essi provano.

L' insolubilità che trae da ciò la sua origine,

determina le proporzioni degli elementi della combinazione che si precipita, e soltanto cede più, o meno all' acido che rimane nel liquido: talmentechè l' effetto dell' acido soprabbondante si limita a diminuire la quantità della combinazione insolubile. Ma quando una base alcalina produce una precipitazione, l'effetto suo può essere differente, secondo le proprietà della base che si precipita, attesochè gli alcali differiscono molto tra essi sotto il rapporto della solubilità.

63. Se detta base è solubile per se stessa, se la combinazione che forma è quella che diventa insolubile, essa base si trova nel caso precedente: la combinazione che si separa deve avere egualmente delle proporzioni determinate; un eccesso d' alcali la rende più solubile, e diminuisce la quantità del precipitato, o lo fa disparire.

Ma se la base insolubile per se stessa ha bisogno di una certa proporzione d'acido per rendersi liquida, allora un' altra base alcalina, impossessandosi d' una parte dell' acido, le toglierà la solubilità: si precipiterà essa e formerà una combinazione insolubile la quale potrà variare nelle proporzioni de' suoi elementi.

Un alcali che agisce sulla dissoluzion d'un sale a base terrosa, divide adunque con essa base l' azione sua sopra l' acido; ma questa base ha bisogno di tutto l' effetto dell' acido con cui era combinata, onde conservare la stessa solubilità

che aveva in prima. A misura dunque che l' azione dell' acido diminuisce sulla base terrosa, l' insolubilità si stabilisce e s' accresce, fino al punto che ne vien fatta la separazione, l' acido si divide tra l' alcali e la base terrosa, in ragione delle forze che sono in azione al momento della separazione, e si forman così due combinazioni, una ch' è solubile e l' altra ch' è insolubile.

In prova di ciò si precipiti, per mezzo d' un alcali, l' allumina e la magnesia dall' acido solforico col quale formavano esse una combinazione solubile. Si disciolga in seguito questi precipitati in un acido, quale sarebbe l' acido muriatico, o l' acido nitrico, aggiungendovi poscia una dissoluzione di barite: tosto si ottiene una quantità notabile di solfato di barite, il quale attesta che l' acido solforico era adunque combinato colle dette basi terrose. Si può egualmente per mezzo delle dissoluzioni metalliche e in particolare per mezzo di quelle del mercurio convincersi dell' esistenza d' una porzione d' acido ne' precipitati.

64. Non bisogna per questo concludere da ciò che i precipitati non possono essere giammai ridotti allo stato di semplicità. Basta anzi talvolta accrescere la forza di coesione in una sostanza in cui questa proprietà sia energica, per separarla da un acido col quale però non avesse che una picciola affinità. Basta inoltre, per esempio, l' esporre ad una forte essiccazione la silice di-

sciolta in un altro acido, fuori del fluorico, perchè essa lo abbandoni e diventi insolubile. Noi vedremo ancora che la forza di coesione di alcuni metalli può decidere la precipitazione loro nello stato metallico, senza che essi ritengano porzione alcuna dell' acido che li teneva in dissoluzione. Sembra però che questa separazione completa non abbia mai luogo tra gli acidi e gli alcali: la quantità soltanto dell'acido può essere più o meno diminuita, secondo la forza dell' alcali che tende a levar l' acido dal precipitato la cui insolubilità non dipende da proporzioni determinate.

Se la quantità del liquido che serve di dissolvente, è abbastanza grande per controbbilanciare l'insolubilità che nasce dalla diminuzione nell'azion dell' acido, allora non si forma separazione alcuna, ed ogni base agisce sull' acido in ragione della sua massa. Bergman a questo proposito osservò (1) che la potassa ovvero la soda non intorbidano la trasparenza d' un sale a base di calce, qualora la soluzione di questo sale si trovi allungata in cinquanta volte altrettanta acqua. Se l' acido non continuasse ad agire sulla calce, il precipitato comparirebbe con una proporzione d' acqua molto maggiore: imperciocchè abbisognano seicento parti circa d' acqua per discioglierne una di calce.

Se l'ammoniaca non produce un precipitato come sarebbe l'alcali fisso coi sali a base di calce, ciò dipende dalla proprietà che essa ha di combinarsi, formando un sale triplo che non si separa colla evaporizzazione se non nel caso in cui l'azione del liquido si trovi più debole della sua insolubilità.

65. Si possono dunque distinguere due specie di precipitati. I primi son quelli ne' quali l'acido e la base acquistano colla combinazione una insolubilità che non avevano nè l'uno nè l'altra, essendo isolati, o che non avevano che ad un grado molto più debole: tali sono molti sali i quali o formano dei precipitati, se l'acqua non è in quantità sufficiente per tenerli in dissoluzione, o che cristallizzano, qualora si diminuisce l'acqua nella quale erano disciolti. I secondi son quelli la cui base non ha acquistato la solubilità se non mediante l'azione dell'acido, e che formano una combinazione insolubile, tosto che quest'azione viene a diminuirsi. I precipitati della prima specie hanno delle proporzioni costanti negli elementi della loro combinazione, o almeno esse porzioni non possono provare che delle variazioni poco considerabili, come altrove farò ciò rimarcare. I precipitati della seconda specie possono essere composti di proporzioni variabilissime, fino a tanto che si giunga ad una quantità tale d'acido in cui l'azione cre-

scente della base non permetta più di diminuire; poichè possono ritenere, precipitandosi, delle proporzioni differenti d' acido, secondo lo stato delle forze che sono messe in azione. Ciò che vale a provarlo si è che se, dopo di aver formato un sale insolubile a base terrosa, anche quando esso annunzia una possente affinità, e che una gran forza di coesione sia stata quella che abbia determinato la sua precipitazione, come accade nel solfato di barite, si può levargli una porzion dell' acido, facendo agire sopra di esso un alcali concentrato. Si ottiene un maggiore effetto, trattando in egual modo il solfato di calce.

E' dunque probabilissimo che allora i precipitati differiscano secondo le circostanze dell' operazione, secondo l' energia dell' alcali che li produce, e per conseguenza secondo lo stato di concentrazione in cui esso alcali si trova. Ma Siccome le circostanze variano al principio e alla fine della precipitazione, qualora tutta ad un tratto non si faccia la mescolanza dei liquidi, trovandosi l' azione dell' alcali molto più energica da principio, che quando la saturazione avanza, così è cosa assai probabile che il precipitato abbia egualmente da variare nelle sue proporzioni: il che è facile da osservarsi nelle precipitazioni metalliche.

Siffatte variazioni debbono non solamente seguire quelle delle circostanze dell' operazione,

ma debbono ancora esser differenti secondo l'affinità reciproca degli elementi della combinazione che forma un precipitato, e secondo la forza di coesione che è loro propria, come innanzi abbiam veduto relativamente al solfato di barite ed al solfato di calce.

66. E' una falsa idea della natura dei precipitati quella che ha condotto alla dottrina delle affinità elettive ed alla costruzione di quelle tavole delle quali i moderni si sono tanto occupati e che tanto imposero per l'apparato della loro esattezza. Siccome questa dottrina è seguita nella maggior parte delle spiegazioni chimiche, così io credo di dover persistere sulle apparenze che le servono di fondamento.

Perchè si forma un precipitato allorchè si oppone una base alcalina ad un'altra ch'era impegnata in una combinazione con un acido, si è concluso che la prima eliminasse la seconda, prendendo il luogo suo nella combinazione: in tal modo gli alcali sono stati collocati nell'ordine delle affinità, secondo le precipitazioni reciproche ch'essi potevano produrre.

Rispetto agli acidi, si è seguito un cammino opposto. Quando un acido versato sulla dissoluzione d'una combinazione produce un precipitato, si conclude ch'esso levi la base all'altr'acido con cui la medesima base era combinata. Si dà così la preminenza d'affinità elettiva agli alcali,

che hanno la minore disposizione alla solidità, ed all' incontro si dà la preminenza a quegli acidi che hanno la maggiore disposizione a formare delle combinazioni solide.

67. Eppure tutti i precipitati che si formano sono dovuti alle medesime disposizioni, tanto se si producano aggiungendo un acido, quanto aggiungendo un alcali ad una combinazione neutra: tutta la differenza dipende da queste medesime disposizioni stesse, e dallo stato delle forze che sono loro opposte.

Che si aggiunga ad una dissoluzione di fosfato di calce, fatta nel proprio suo acido, della calce, della potassa, o dell' ammoniaca, si avrà sempre il medesimo risultato; il fosfato di calce, insolubile per se stesso, riacquisterà questa qualità, perchè l' acido, la cui forza poteva occultarla, proverà una saturazione che ne farà cessare l' azione sua: la sola differenza che vi sarà, si è quella che la calce tutta si ridurrà in sale insolubile, e che l' alcali fisso, o l' ammoniaca produrranno una combinazione solubile colla porzione d'acido fosforico eccedente la quantità che forma colla calce una combinazione insolubile.

Se, in vece d' un fosfato acidulo di calce, si prende una dissoluzione di fosfato di calce, fatta in un acido qualunque, si avrà per mezzo degli alcali, o della calce, un precipitato somigliante al fosfato di calce, e la combinazione che si for-

merà saturando l'acido che serviva di dissolvente, dipenderà dalle proprietà della specie d'acido e della specie d'alcali che saranno stati impiegati.

In fine, se si versa un acido che abbia la proprietà di formare una combinazione insolubile colla calce sopra la dissoluzione d'una combinazione di calce, si forma tosto un precipitato analogo a quelli di cui ho parlato; ma una parte però della base resta in combinazione col primo acido, e si stabilisce un equilibrio tra la forza di coesione e la forza dissolvente, finchè, per l'addizione di una base alcalina, si faccia sparire tutta l'azion dell'acido, come ne' casi precedenti.

Tutti questi fenomeni sono affatto indipendenti dalle affinità elettive, tali quali finora sono state concepite, e se taluno classificar volesse le affinità per la forza loro relativa, non mai col mezzo delle precipitazioni ch'ei giugner potesse a questa meta, perchè esse precipitazioni dipendono o dall'accrescimento della forza di coesione mercè l'atto della combinazione, o dalla diminuzione dell'azione che la farebbe disparire, o la renderebbe latente, e perchè inoltre sono modificate dalle quantità rispettive delle sostanze, dalla condensazione loro e dalla loro temperatura.

Aggiugnerò ancora un esempio a quelli ch'io ho riportati sulle contraddizioni alle quali può condurre la determinazione delle affinità elettive per mezzo delle precipitazioni.

Quando si prende una dissoluzione allungata di muriato di stronziana, la soda e la potassa perfettamente pure non vi producono alcun precipitato; ma quand essa è concentrata, si ottiene un precipitato. Esaminandosi dunque la cosa in questo ultimo stato, si concluderà che la soda e la potassa hanno maggior affinità con l' acido muriatico che la stronziana; ma questa dicompone i solfati ed i carbonati di soda e di potassa: sarà d' uopo a lunque di ammettere un altro ordine di affinità elettiva per l'acido solforico ed ossalico, diverso da quello per l' acido muriatico.

Siccome la barite è per se stessa molto più solubile della stronziana, e che conserva questa proprietà coll' acido muriatico, così la potassa e la soda non producono col muriato di barite alcun precipitato, quando nelle circostanze medesime il muriato di stronziana ne offre. Per tal ragione bisognerebbe adunque attribuirgli un ordine differente d' affinità elettiva, nel mentre che questi effetti diversi hanno un rapporto costante colla solubilità delle sostanze nelle circostanze in cui si trovano, e tosto che la forza di coesione diventa preponderante, produce essa le separazioni che prese vengono in testimonianza della supposta elezione.

CAPITOLO IV.

Dell' azion reciproca delle combinazioni neutre.

68. Nel primo capitolo di questa sezione ho considerato l' acidità e l' alcalinità come due qualità antagoniste che scambievolmente si saturano; di modo che quando la loro combinazione è giunta allo stato neutro, nè l' acidità nè l' alcalinità non esercitano più alcuna azione sensibile. Non è lo stesso dell' azion reciproca delle molecole, la quale continua a produrre il suo effetto: le proprietà che ne dipendono non sono a dir vero quelle dei due individui; son esse divenute comuni alle parti integranti della combinazione, e quantunque derivate da quelle degli elementi della combinazione, non sono però esse il termine medio, perchè formansi dei cangiamenti di costituzione.

Abbiam già veduto (50) che uno di questi cangiamenti, quello cioè di cui io vado ad esaminare le conseguenze nell' azion reciproca delle combinazioni neutre, consiste in un accrescimento della forza di coesione, la quale dee risultare dal ravvicinamento delle parti (5).

69. Se i principj che ho stabiliti sono esatti, l' acidità e l' alcalinità non debbono più avere al-

cuna influenza sull' azione reciproca dei sali che sono nello stato neutro, ma tutti i fenomeni che essa produce debbono dipendere dalle proprietà che emanano dall' azione reciproca delle loro parti integranti: l' acidità e l' alcalinità divenute latenti, non debbono più agire che nelle circostanze in cui verranno ad acquistare una nuova libertà.

Abbiam veduto che la forza di coesione non esercitava soltanto la potenza sua nei corpi in attuale stato di solidità, ma ch' essa inoltre, preesistente a questo stato, era quella che il realizzava (9). Da ciò segue che nel miscuglio delle sostanze liquide, le combinazioni che debbono godere d' una forza di coesione capace da separar essi corpi debbono in fatti formarsi e separarsi, per la stessa ragione che l' acqua mescolata coll' alcol si separa per congelarsi. Nel modo stesso però che in questo esempio fa d' uopo un maggior grado di freddo per congelar l' acqua, fa d' uopo ancora che l' azion reciproca delle altre sostanze giunga a diminuire gli effetti della coesione.

Nell' ipotesi esaminata nel capitolo II, la forza di coesione d' una combinazione neutra doveva opporsi non solamente all' azione dell' acqua, ma a quella ancora dell' acido ch' entrava in concorrenza col primo: le disposizioni della combinazione che l' acido aggiunto poteva formare, facean variare i risultati ed egualmente le quantità delle

sostanze. Qui la forza di coesione è sola, e si misura col mezzo della solubilità.

70. Scorriamo dunque le differenti condizioni nelle quali possono riscontrarsi due combinazioni neutre, ed esaminiamo se i fatti sono d' accordo colla teoria.

Quando si fa il miscuglio d' un sal solubile a base di calce con una combinazione solubile dell' acido solforico, questo che ha la proprietà di formare colla calce un sale insolubile, si combina con essa e si precipita facendo uno scambio della sua base coll' altro acido; ma il solfato di calce ha maggiore solubilità del solfato di barite: se dunque si mescola una dissoluzione di solfato di calce con quella d' una combinazione più solubile di barite, si fa un altro scambio di base, ed il solfato di barite si precipita.

Nella supposizione che le combinazioni sieno nello stato neutro, il liquido allora non oppone alla precipitazione che la sola azion dissolvente dell'acqua, o la debole azione che la combinazione solubile può esercitare sopra quella che si separa, e la forza di coesione inoltre non ha più da lottare contro quella d' un acido; di modo che essa produce più completamente il suo effetto, e lo produce in circostanze nelle quali sarebbe stata essa superata da un leggiero eccesso d' acidità.

In fatti se si aggiugne dell' acido ossalico alla dissoluzione d' un sale a base di calce, si ottiene

un precipitato d' ossalato di calce molto meno abbondante di quello che si sarebbe ottenuto impiegandosi la soluzione d'un ossalato neutro, essendochè l' azion dell' acido non permette che a una porzion dell' ossalato di calce di formarsi mentre che con un ossalato neutro questo ostacolo più non si trova.

71. Da ciò segue che se la forza di coesione, appartenente ad una combinazione, è poco considerabile, e non produce ch' una insolubilità che cede facilmente, può benissimo accadere che non si ottenga alcun precipitato versandosi un acido sulla dissoluzione d' un sale, quantunque esso acido abbia la proprietà di formare colla base di questo sale una combinazione che sarebbe stata insolubile, se l' azione dell' acqua non si fosse trovata secondata da quella d' un acido. Si ottiene però una precipitazione completa di questa base, allorchè si aggiugne al sale ch' essa forma una combinazione neutra fatta coll'acido precipitante. Quest' è appunto ciò che accade con l' acido solforoso il quale non produce precipitato colla dissoluzione d' un sale a base di calce, o di barite, e che precipita queste basi in solfiti, quand' è impiegato in istato di combinazione neutra. Un effetto simile si ottiene, se nella circostanza precedente si saturi l' eccesso d' acido.

Neppure il tosfato di calce, ch' è facilmente dissolubile per mezzo degli acidi, non produce

precipitato, qualora si versi l'acido fosforico sulla dissoluzione sua, o sopra quella d'un sale a base di calce. Ma se si mescola la dissoluzione d'un sale di calce con quella di un fosfato alcalino, il fosfato di calce si separa e si precipita.

Sarebbe inutile d'accumulare un maggior numero di esempi: „ che si scorran tutte le de-„ composizioni note, dovute all'affinità complessa, „ e si vedrà che furon sempre le sostanze che „ hanno la proprietà di formare un precipitato „ od un sale separabile per mezzo della cristal-„ lizzazione, quelle alle quali si è attribuito un „ eccesso d'affinità sopra le altre che vengono „ loro opposte; talmente che si può prevedere, „ dal grado di solubilità dei sali che possono „ formarsi in un liquido, quali sieno le sostanze „ di cui Bergman ed altri dotti chimici avran „ preteso di rappresentare le forze in quadri sim-„ bolici, attribuendo sempre una superiorità d'af-„ finità alle due sostanze che debbono formare „ una combinazione insolubile relativamente alla „ quantità del dissolvente (1). "

72. Quest' effetto dell' insolubilità mostra che può essa venir modificata da alcune circostanze ch'è d'uopo conoscere, particolarmente quand'essa poco differisca tra le combinazioni che sono in azione. Tali circostanze sono l'azione reciproca delle

(1) Recherch. sur les lois de l'affinité.

parti integranti delle due combinazioni, le loro proporzioni rispettive, e i cangiamenti che la temperatura apporta nella solubilita comparativa.

Le sostanze saline esercitano un' azione reciproca che aumenta la loro solubilità. Quest' effetto è picciolissimo, o nullo, quando la differenza di solubilità è grande; ma può diventare talmente considerabile, fra due sali molto solubili, da opporsi esso a qualunque cristallizzazione (31, 32).

Il risultato varia secondo le proporzioni delle sostanze che sono in azione: cosicchè quando quella ch'è più solubile può formarsi in maggior quantità, è la prima essa a separarsi in parte; le combinazioni cristallizzano successivamente, secondo la facoltà che l' acqua possede di tenerne in dissoluzione quantità differenti di ciascheduna in differenti epoche della cristallizzazione; una parte del sale meno solubile acquista coll' azione dell'altro una solubilità maggiore; di modo che una porzione di esso può essere ritenuta nel residuo incristallizzabile, mentre un'altra quantità considerabile d'un sale più solubile cristallizza sino al punto in cui sia pervenuto a quelle tali proporzioni nelle quali l' azione reciproca gli impedisce egualmente di formarsi: allora una parte del primo sale può ancora cristallizzarsi.

Per mezzo di molti esempi, ho stabilito gli effetti successivi dell' azione reciproca delle com-

binazioni e delle proporzioni loro nell'acqua che li tiene in dissoluzione: ora mi limiterò a riportarne alcuni.

73. In qualunque proporzione in cui si mescolî del solfato di potassa e del nitrato di calce, il solfato di calce che può formarsi, si separa per l'eccesso della sua insolubilità comparata con quella del nitrato di potassa: il solfato di potassa ed il nitrato di soda che differiscono meno, per la loro solubilità che i due sali precedenti daranno colla cristallizzazione una maggior proporzione di solfato di potassa che di nitrato di potassa; ma quando la proporzione del primo sarà diminuita colla cristallizzazione, si otterrà ancora del nitrato di potassa, perchè l'acqua che rimane a quell'epoca sarebbe incapace di tenere in dissoluzione la quantità di sale che potrebbe formarsi, e perchè inoltre il solfato di potassa dal canto suo si è reso più solubile per l'azione reciproca dell'altro sale. Si sarebbe potuto determinare questo risultato fino dalla prima cristallizzazione, aumentandosi la proporzione del nitrato di soda.

Una mescolanza di nitrato di potassa e di muriato di calce offre del pari un risultato nel quale l'influenza delle proporzioni è più sensibile, imperciocchè i due sali i meno solubili che si possano formare, in questo caso, il nitrato cioè di potassa ed il muriato di potassa, differiscono poco tra essi rapporto a questa proprietà. Si può quindi

ottenere l' uno e l' altro di questi sali in una prima cristallizzazione, facendo variare un poco soltanto le proporzioni del nitrato di potassa e del muriato di calce.

74. Talvolta accade che in luogo di combinazioni semplici, voglio dire, formate di due sole sostanze, si producono dei sali tripli, od anche più complessi; cosicchè se si mescola allora del solfato di potassa e del muriato di magnesia a peso eguale, oppure una parte del primo e due parti dell'ultimo, si cava da principio, colle cristallizzazioni successive, del solfato di potassa, poi un sal triplo, composto di magnesia, d'acido solforico e di potassa, poscia ancora del muriato di potassa, ed in fine del solfato di magnesia. Quando si mescolano pesi eguali di muriato di soda e di solfato d'ammoniaca, il primo sale che si cava è un solfato di soda e di ammoniaca. In questi casi, che di rado riscontransi ne' sali non metallici, si osserva egualmente che la separazione dei sali è in ragione della loro insolubilità modificata dalle proporzioni e dall' azione reciproca.

75. La differenza di temperatura fa variare la solubilità dei sali. Questa solubilità non segue però in tutti la medesima progressione. In alcuni prende essa un notabile accrescimento, mercè l' azione del calore; in alcuni altri rimane quasi affatto la stessa. Quella condizione la quale de-

termina la separazione dei sali può dunque produrre degli effetti differenti, secondo lo stato termometrico; da ciò segue che alcuni sali la cui solubilità è all' incirca eguale ad un dato grado di calore, possono nondimeno separarsi facilmente, introducendo un gran cangiamento nella temperatura, e facendo alternare l' effetto delle proporzioni e quello non meno della differenza di solubilità.

Il nitrato di potassa ed il muriato di soda ci offrono un esempio ben singolare di quest' effetto. Il nitrato di potassa ad un grado prossimo alla congelazione, ha molto meno solubilità del muriato di soda; ma mentre la solubilità del primo aumenta di molto pel calore quella del secondo, al contrario aumenta pochissimo: in tal guisa la solubilità dell' ultimo che non era all' incirca che la metà di quella del nitrato di potassa, passa per un dato grado in cui essa diventa eguale, ed in fine diventa quasi otto volte più picciola al grado dell' ebollizione. Facendosi dunque subire l' ebollizione al miscuglio, si fa cristallizzare il muriato di soda ad un' alta temperatura: in seguito il raffreddamento fa cristallizzare il nitrato di potassa, e così diminuendosi a vicenda la proporzione dell'uno e dell'altro sale, si giugne per mezzo di cristallizzazioni reiterate a separarli tutti e due intieramente.

76. Per l' ordinario si suppone che i sali sieno

già formati in una dissoluzione, e tali sieno quali si traggono in appresso colla cristallizzazione. Ma la separazione che se ne forma secondo l'ordine della loro solubilità, e secondo le proporzioni che agiscono, fa chiaramente vedere che le loro parti esercitano in maniera uniforme la loro reciproca azione, come l'ho di già supposto (52). Non di meno quando non si porti l'attenzione su quanto accade nel liquido, e soltanto si voglia occuparsi del risultato, l'espression volgare che suppone l'esistenza de' sali, è commoda, e non apporta alcun inconveniente: perciò io continuerò a servirmene.

77. L'azion reciproca delle combinazioni saline, alla quale sono dovuti i residui incristallizzabili, si esercita al momento della cristallizzazione, come se i sali preesistessero, o come se dopo di aver formato quelli che debbono cristallizzare, si fossero messi direttamente in dissoluzione; talmentechè gli scambi di base non apportano alcuna differenza nel risultato. Ma quantunque gli effetti dell'azion reciproca dei sali sieno d'ordinario ben poco considerabili e quindi poco importi il negligerli, havvene tuttavia di quelli che meritano d'essere rimarcati.

Quando si decompone il solfato di potassa col muriato di calce, non si ottiene da principio che una quantità di solfato di calce più picciola di quella che dovrebbe risultare, nella quantità istessa

di acqua, dalla combinazione immediata d' acido solforico e di calce. E' appunto per la stessa cagione che secondo l'osservazione di Guyton (1), la dissoluzione di solfato di potassa, di muriato di potassa, ec., versata nell'acqua di calce, resa latticinosa per mezzo dell' acqua caricata di gas acido carbonico, fa disparire tosto il precipitato, e che non havvi egualmente precipitato alcuno, quando si versa dell' acqua caricata d' acido carbonico in un miscuglio di acqua di calce e di dissoluzione dei sali neutri di sopra indicati.

Quest'effetto picciolissimo e sovente anche nullo, ne'sali ch' hanno molta forza di cristallizzazione, in quanto la forza di cristallizzazione d'un sale può prevalere sull' azione d' un altro (72), diventa maggiore assai, quand' hanno essi, l' uno e l' altro cioè, poca forza di coesione, come per esempio accade al solfato di soda ed al nitrato di soda, i quali, in certe proporzioni, si privano quasi intieramente della facoltà di cristallizzare. Per conseguenza i sali cristallizzabili producono un grand' effetto sopra quelli che non hanno per se stessi che una debole disposizione a cristallizzarsi; ma bisogna distinguere la distribuzione dell' acqua che può farsi tra i differenti sali e produrre delle precipitazioni (33), dall' effetto della loro azione reciproca.

(1) Mém. de Schéele parte II, nota della p. 18.

78. E' dunque la stessa causa quella che produce le separazioni dalle combinazioni nell' affinità complessa, e nell'affinità non meno in cui due acidi sono in concorrenza per combinarsi con una base. La sola differenza che havvi, si è quella che in una circostanza vi è neutralizzazione, e nell' altra un eccesso d'acido che unisce l'azione sua a quella del dissolvente. In fatti, quando si sopprime quest' eccesso d' acido, o con un alcali o con la svaporazione, la differenza sparisce.

Questo medesimo eccesso d' acido impedisce, coll' azione sua, che la separazione che verrebbe prodotta dalla disposizione d' una combinazione, non abbia luogo o non si faccia così completamente come nell' affinità complessa.

Può esso nuocere egualmente alle proporzioni delle parti costituenti di alcune combinazioni (65); di maniera che i precipitati, o le combinazioni solide che si ottengono coll'azione dei sali neutri, sono in uno stato molto più costante di quelli che hanno dovuto sormontare un eccesso d'acido, o d' alcali.

Quant' è stato esposto sulla concorrenza di due acidi tendenti a combinarsi con una base, e quanto inoltre è stato esposto sull' azione di due combinazioni saline, deve estendersi all' azione di tutte le sostanze acide ed alcaline, ed a quella ancora di tutte le combinazioni che ne vengono formate, qualunque sia il numero delle sostanze

che agiscono. Bisogna sempre distinguere una potenza acida ed una potenza alcalina. Se queste due potenze sono in equilibrio, cioè a dire se havvi neutralizzazione, è d'uopo applicar loro quanto è stato detto in riguardo all'azion reciproca delle parti integranti delle combinazioni neutre.

Se havvi al contrario eccesso dell'una delle due potenze, l'azion loro riceve la spiegazione ch'è stata data intorno all'azione di due acidi sopra una medesima base (52).

79. Un'idea falsa dell'affinità ha introdotto molte supposizioni sopra i risultati dell'azion reciproca delle sostanze saline; cosicchè dal cavarsi un dato sale da una prima cristallizzazione, si è concluso che fatto gia si fosse uno scambio completo di base tra gli acidi, quando in vece delle combinazioni opposte possono succedersi, o formarsi fin da principio, secondo le proporzioni delle sostanze che sono in azione all'epoca della cristallizzazione (73), ond'è facile poi a tirar delle conseguenze contradditorie dai risultati d'un' operazione, secondo le circostanze che accompagnano la cristallizzazione.

Si sono confusi gli effetti della saturazione (i quali sono un risultato indipendente dalla solidità e dalla liquidità) con quelli dell'azion reciproca delle loro parti integranti e della forza di coesione ch'è loro propria, e si è cercato di

rappresentare per mezzo dei numeri la forza degli acidi che sceglievano le loro basi, mentre le separazioni non si operano che in ragione della solubilità di ciascuna combinazione.

Questa solubilità non è una proprietà assoluta, ma dipende essa dal rapporto dell'azione dell'acqua colla forza di coesione, talchè da non esservi che l'acqua che serve di dissolvente, o dal contener essa qualche altra sostanza che ne modifichi l'azione, risulta tosto una differenza negli effetti. (*Nota I.*)

I fenomeni precedenti non differiscono punto da quelli che abbiamo analizzati (*Sez. I., Cap. III*), ne' quali non abbiam considerata che l'azion mutua delle sostanze in dissoluzione; di modo che risulta che le separazioni e le precipitazioni che si fanno con iscambio di basi, non sono che un effetto della forza di coesione la quale è atta alle combinazioni, e non è modificata che dalla loro azione reciproca. L'acidità e l'alcalinità, divenute latenti, non vi contribuiscono che indirettamente; ma la teoria che ho poc'anzi esposta, suppone che dall'azion mutua delle sostanze saline lo stato di saturazione non provi álcun cangiamento. Questo è ciò ch'io cercherò di stabilire nel capitolo che segue.

CAPITOLO V.

Della capacità comparativa di saturazione degli acidi e degli alcali.

80. Gli acidi e gli alcali differiscono tra essi per la quantità reale che se ne trova, tanto nei liquidi che portano il loro nome, quanto nelle combinazioni ch' essi formano. Ma la capacità di saturazione ch' è la misura della potenza degli acidi e degli alcali, non può essere determinata che dietro appunto la conoscenza della loro quantità reale.

E poichè in generale l'azion chimica varia per la quantità, importa il determinare le quantità reali di ciascuna sostanza che può esser messa in azione. Se si tratta di combinazioni, la loro composizione non può essere stabilita che per la proporzione dei loro elementi, per fissare la quale è quasi sempre d' uopo di sapere qual sia quella degli agenti che s' impiegano. I fenomeni a cui queste combinazioni contribuiscono, esigono un' eguale conoscenza onde poter ricevere la loro spiegazione.

La determinazione delle proporzioni d'una sostanza che può esser messa in azione, o che ritrovasi in una combinazione, è il fondamento

adunque di qualunque ricerca chimica; lo scopo poi di tutti i metodi e di tutti i processi dev'essere quello di pervenirvi: questo scopo dev' essere di continuo presente all' attenzione de' chimici.

Siccome gli acidi e gli alcali sono i principali agenti che servono all' analisi, e specialmente all' analisi minerale, così la conoscenza della loro quantità reale, esistente ne' liquidi che portano il loro nome, o nelle combinazioni che formano, è quella in particolare di cui occorre occuparsi. Ma come poi gli alcali fuori d' un solo, hanno una fissezza che più facilmente permette di riconoscerne la quantità, così sono gli acidi quelli che presentano la maggior difficoltà onde ottenere un risultato che corrisponda ad una sufficiente esattezza.

Questi motivi m' impegnano ad entrare in alcune individuazioni sopra i metodi che sono stati impiegati per determinare ne' liquidi, o nelle combinazioni solide, le quantità esistenti di acido reale.

Kirwan è quegli tra i chimici a cui si debbono sopra quest' oggetto i più importanti travagli, sì per la costanza ch' esso vi ha messa, come per l' autorità che il suo nome vi aggiugne. Ma scegliend'io per le seguenti considerazioni gli stessi suoi risultati, come quelli che meritano la maggior confidenza, cercherò di farne conoscere le

incertezze, certo con ciò di secondare le mire di questo dotto chimico.

Kirwan da prima cercò di determinare la quantità reale di acido ch' entrava in combinazione, tanto coll' acqua degli acidi ordinari, quanto colle basi alcaline. Adoperò a quest' oggetto il gas acido muriatico. Ma questo gas contiene una porzione d'acqua la quale è indeterminata, e può perderla in tutto, o in parte, quando s' espongano al fuoco le combinazioni ch' esso gas ha formate. Ciò che lo prova, si è che quando si decompone il muriato di soda per mezzo dell'acido solforico, e quando la massa ha sofferto un lungo calore, si ravviva lo svolgimento del gas acido muriatico introducendovi dell' acqua la quale, mercè la combinazione sua e la sua svaporazione, favorisce l' accennato svolgimento come fa essa co'carbonati. Questa quantità d'acqua poi è una causa abbastanza considerabile d' incertezza in una sostanza che passa dallo stato gasoso allo stato liquido, ovvero ch' entra in combinazioni solide.

Per determinare la quantità d' acido reale, esistente nelle combinazioni degli altri acidi, Kirwan ha supposto da principio che le basi alcaline prendessero un' eguale quantità di ciascuna specie d' acido reale. Questa supposizione lo ha condotto a delle determinazioni lontane dalla realtà; l' osservazione però lo ha istrutto

ed ha stabilito egli il suo ultimo travaglio sopra basi più sicure.

Nell'opera in cui Kirwan presenta i frutti maturi delle lunghe sue osservazioni (1), descrive egli prima di tutto quelle che ha fatte sulla dilatazione che provano gli acidi solforico, nitrico e muriatico, quando si fanno essi passare dall' ottavo grado del termometro di Reaumur al 16, 9; estensione di scala termometrica bastante per le osservazioni chimiche. Dietro queste sue prime osservazioni, riconduce le quantità d' acido che si trovano negli acidi di differenti pesi specifici alla temperatura di 60 gradi di Fahreneith (12, 4 *Reaumur*). Ecco come si è condotto, 1. per misurar le dilatazioni prodotte dall'elevazion di temperatura; 2. per determinare la quantità d' acido reale che si rapporta a' differenti pesi specifici.

Egli ha fatto le sue prove di dilatazione sull' acido solforico a tre gradi differenti di peso specifico: il primo aveva per peso specifico 1, 856: ha guadagnato raffreddandosi, o perduto riscaldandosi, 0, 00068 per grado, tra i 60 e 70 gradi di Fahreneith, (12,4 e 16,9 *Reaumur*) e 0,00043 per grado, tra i 60 e 49 (7, 6 R.) il secondo il cui peso specifico a 60 gradi era 1, 700, ha perduto o guadagnato 0, 00036 per grado di

(1) Bibl. Britan. tom. XIV.

temperatura tra i 60 e 70, e 0, 00051 per grado, tra i 60 e 50 (8 R.). Il terzo che aveva per peso specifico 1,333, ha perduto, o guadagnato 0,00043 per grado, tra 60 e 70, e 0,00034 tra 49 e 60.

Ciò che mi farebbe per avventura temere che corsa fosse qualche inesattezza in queste osservazioni, si è che i risultati non seguono un cammino regolare e che niuna ragione si scorge di questa differenza. Il secondo acido acquista meno peso specifico del primo e del terzo, tra i 60 e 70 gradi, e ne acquista di più ai gradi inferiori.

L'autore ha provata così la dilatabilità dell'acido nitrico, secondo la concentrazione sua per mezzo di differenti gradi di calore, ed ha osservato che quanto più era esso concentrato, tanto più era dilatabile, e che lo era di più ai gradi superiori, che ai gradi inferiori; il che serve a spiegare delle osservazioni di Proust, il quale ha rilevato che distillandosi un acido nitrico concentrato, in modo che una porzione ne rimanga nella storta, questo residuo ha meno peso specifico della parte che passa colla distillazione, e che quanto più l'acido è concentrato, tanto più la sua distillazione è facile (1).

Kirwan ha osservato che l'acido muriatico aveva un' espansibilità maggiore di quella dell'acido ni-

(1) Journ. de Phys. messid. an. 10.

trico d' uno stesso peso specifico ; quest' acido presenta però una proprietà particolare.

81. L' acido solforico e l' acido nitrico provano, nella combinazione loro con l' acqua, una concentrazione la quale fa che il peso specifico, acquistato dal loro miscuglio, non sia quello che risulti dal loro peso specifico primitivo, quando all' opposto i pesi specifici dell' acido muriatico, mescolato con differenti proporzioni d' acqua, corrispondono esattamente a quello che risulta dai pesi specifici dell' acqua e dell' acido, denominato da Kirwan peso specifico matematico.

Questa proprietà che distingue l' acido muriatico da tutte le combinazioni nelle quali si osserva che i volumi degli elementi soffrono una condensazione, quando non havvi una causa particolare dell' effetto contrario, dipende probabilmente da quella condensazione che il gas muriatico soffre passando dallo stato gasoso allo stato liquido, mercè la grande quantità d' acqua che gli è necessaria, onde poi proporzioni anche maggiori di essa non esercitano più sopra questo liquido alcuna forza atta a produrre un' alterazione sensibile nello stato in cui si trova.

Kirwan combinando l' effetto della condensazione dell' acido solforico e dell' acido nitrico, colle differenze di peso specifico ha costrutto una tavola affine di dedurne la quantità d' acido reale. Per determinare poi questa quantità, ha

riguardato egli come acido reale quello ch' è contenuto nel solfato di potassa, nel nitrato di soda e nel muriato di potassa fortemente disseccati. Ma siccome l' acido muriatico non prova condensazione veruna per mezzo dell' azione dell' acqua, così quest' acido non esige tavole differenti da quelle del suo peso specifico.

Seguendo l' opinione di Kirwan, siamo obbligati di supporre che nei sali disseccati l' acido non contenga porzione alcuna di acqua e quindi non dobbiamo considerarla. Siamo inoltre obbligati di supporre che la quantità della base sia ben determinata. Ciò essendo è dunque chiaro che ogni valutazione, qualunque sia la cura con cui venga fatta, è necessariamente accompagnata da qualche incertezza che deve estendersi in seguito su tutti i risultati.

Una tavola così costrutta può essere impiegata per paragonare le quantità d' acido che si trovano nella medesima specie d' acido, secondo i differenti pesi specifici, o le quantità d' acido di differente specie. L' utilità sua non è certamente dubbia in molte circostanze, ma mi sembra esserlo per determinare gli elementi delle combinazioni saline a cui l' autore l' ha particolarmente destinata. Mi sembra ancora che l' uso suo in questo caso non abbia alcun vantaggio sopra il metodo diretto ch' impiegano i chimici. In fatti bisogna sempre cominciar dal determinare la proporzion della base; dopo ciò o si satura questa

base con una quantità d' acido, di cui l' acido reale è determinato dalla tavola di Kirwan, oppure si procede alla cristallizzazione, ed in seguito ad una forte disseccazione, onde riconoscere la quantità d' acqua che il calore può separare dalla combinazione. Allora si considera come acido reale il peso che la base acquista e ritiene, malgrado la forza del calore, e come acqua, il peso che la detta combinazione ha perduto, soffrendo una forte disseccazione. Ma siccome questa determinazione dell' acqua è sempre utile, così i chimici possono ben di rado fare a meno di quest' ultima prova. Ora non si tratta più che di sapere se convenga di stare attaccati alla tavola di Kirwan, oppure di riguardare come acido reale il peso che ha acquistato una base ben determinata, e che ritiene ad una forte disseccazione. A me sembra che limitandosi a quest' aumento di peso, si ottenga per lo meno altrettanta esattezza, imperciocchè la tavola di Kirwan non fissa le quantità d' acido reale che sulla prova fatta con una base. Essa porta dunque con se l' incertezza che ha necessariamente questa determinazione, oltre a quelle che accompagnano una determinazione stabilita sopra molti dati.

Io non vedo la ragione per la quale Kirwan abbia potuto decidersi per la scelta dei sali di cui si è servito. A me sembra che le combinazioni le più proprie per soddisfare a quest' oggetto,

sieno quelle che hanno una base che non svapora quando trovasi esposta alla disseccazione, e che non attacca sì facilmente i vasi nei quali si fa quest' operazione preliminare per conoscerne la quantità. Tali sono la barite, la stronziana e la calce. Queste basi hanno di più l' avvantaggio di formare con molti acidi delle combinazioni insolubili, per mezzo delle quali si può riconoscere la quantità di questi acidi in altre combinazioni. Ma l'acido nitrico che non forma colle basi alcaline che dei sali solubili i quali provano una decomposizione facile per mezzo del calore, presenta delle difficoltà difficili a sormontare, e Kirwan istesso conviene che le valutazioni sue dei nitrati non hanno tanta esattezza quanto le altre.

82. Le precedenti considerazioni fanno vedere che le tavole, con le quali Kirwan fissa gli elementi delle sostanze saline, non debbono essere riguardate come una determinazion rigorosa. Guyton ha proposto, per verificare le proporzioni ch'esse suppongono, un mezzo che a me sembra che unisca alla semplicità un' esattezza a cui non si può opporre alcuna difficoltà. „ Questo mezzo „ consiste nella comparazione dei risultati della „ sperienza e del calcolo, per la concordanza „ dell' effetto sensibilissimo dell' eccesso, o del

„ difetto d' una delle sostanze dopo la decom-
„ posizione reciproca (1). "

Guyton osserva in conseguenza che nel caso d' uno scambio di base tra due sali, il risultato del miscuglio dev' essere o neutro, o con eccesso d' acido, o con eccesso di base, e che rendendo completa la decomposizione d' uno dei sali, si dee ottenere col calcolo il medesimo risultato che si ottiene coll' esperienza. Egli esamina dunque ciò che dee risultare, tenendosi alle proporzioni di Bergman, quando si mescoli il muriato di barite col solfato di soda, e fa vedere che dovrebbe esservi un eccesso considerabile di acido. Con tutto ciò il miscuglio resta nello stato neutro, per lo che bisogna necessariamente concludere che le proporzioni di Bergman si allontanano dalla realtà.

Guyton, seguendo una proporzione d' una tavola già emendata, che Kirwan pubblicò nel 1791 fa un' osservazione simile sul miscuglio del nitrato di calce e del solfato di potassa, e sul solfato ancora di soda e muriato di magnesia.

Sembra che Richter sia il primo chimico che abbia fatto attenzione a questa proprietà rimarcabile delle combinazioni saline, di non provar esse cioè alcun cangiamento nello stato di satu-

(1) Ann. de chim., tom. XXV, p. 292, Mém. de l' Inst. tom. II.

razione, quando sono confuse in una medesima dissoluzione. Si troverà in una nota ch'io traggo dalla traduzion di Fischer, un compendio delle sue opinioni. (*Nota II.*)

Mi sono assicurato colle mie proprie sperienze che lo stato di saturazione non provava alcun cangiamento, quando si mescolavano insieme differenti sali neutri i quali producevano dei precipitati, o dai quali si cavavano colla cristallizzazione dei sali che avevan fatto uno scambio di base, purchè non s'impiegassero dei sali metallici ne' quali questa corrispondenza di saturazione non sembra che esista. (*Recherches sur les lois de l'affinité.*) Ho reiterate le prove con differenti combinazioni degli acidi solforico, solforoso, fosforico, ossalico, acetico e tartaroso, e non ho rilevato un legger cangiamento che coi fosfati di potassa e di soda, i quali hanno lasciato una debolissima acidità nel liquido, mescolandoli con dei sali solubili a base di calce: il che indica solamente nei fosfati una disposizione a prendere un eccesso di base; cosa che in fatti si osserva in alcune delle combinazioni dell'acido fosforico.

83. Ho applicato il metodo di Richter e di Guyton, 1. al miscuglio del solfato di potassa e di muriato di barite, secondo le proporzioni delle ultime tavole di Kirwan. Il solfato di potassa contiene, secondo queste tavole, 82, 48

di acido sopra 100 di base; il muriato di barite 31,80 d'acido sopra 100 di base, ed il muriato di potassa 56,30 d'acido e 100 di base. Perchè lo scambio di base possa aver luogo, senza che lo stato neutro sia cangiato, bisogna che vi sia una quantità d'acido muriatico il quale possa saturare 100 parti di potassa, cioè a dire 56,30 d'acido; ora 56,30 d'acido muriatico saturerebbero 177,04 di barite; ma 177,04 di barite esigerebbero, secondo la tavola, 88,52 d'acido solforico, e non se ne trovano che 82,48 nel solfato di potassa, ovvero bisognerebbe che nel muriato di barite non vi fossero che 164,96 di barite in luogo di 177,04 con 56,30 d'acido muriatico.

2. L'ho applicato al miscuglio del solfato di soda e del muriato di barite. Perchè possa questo miscuglio decomporsi cangiando di base, bisognerebbe che nel solfato di soda vi fossero 115,42 d'acido in luogo di 127,65, ovvero che nel muriato di barite vi fossero 253,36 di barite in luogo di 230,84 con 73,41 d'acido.

3. Se si applica il medesimo calcolo al miscuglio di nitrato di calce e solfato di potassa, si trova che per 100 parti di calce occorrerebbero 179,50 d'acido in luogo di 143; sicchè mancano nelle proporzioni date 36,50 d'acido solforico per produrre la saturazione di tutta la calce, oppure questa base dee trovarsi in più picciola proporzione nel nitrato di calce.

4. Il solfato d'ammoniaca ed il muriato di barite presentano nella loro decomposizione reciproca delle sproporzioni ancora più considerabili. Perchè il solfato d'ammoniaca ed il solfato di barite possano fare uno scambio di base conservando lo stato di neutralizzazione, bisognerebbe che nel solfato d'ammoniaca vi fossero 268,86 d'acido, in luogo di 383,80, ovvero che nel muriato di barite vi fossero 767,60 di barite, in luogo di 537,73 con 171 d'acido.

Se si può rigettare una parte di questa differenza sulla valutazione del muriato di barite, la maggior parte dev' essere certamente attribuita a quella del solfato d' ammoniaca nella quale si ritrova una proporzione troppo grande d' acido, come ulteriori considerazioni lo fanno vedere. Kirwan nella sua prima tavola, aveva fissata questa proporzione sul rapporto di 100 a 95, rapporto ch' è troppo debole in senso opposto.

Siffatti balzi sono troppo considerabili onde potersi spiegare per mezzo della proporzione maggiore o minore d' acido che si può supporre nel solfato di barite che si forma. D' altronde questa supposizione (che non abbiamo alcun fondamento di fare quando lo scambio ha luogo tra due sali in istato neutro) non potrebbe applicarsi al miscuglio di nitrato di calce e di solfato di potassa.

Quando si assoggetta a questa prova il solfato

di ammoniaca, bisogna precedentemente far disparire la leggiera acidità che ha questo sollato dopo la cristallizzazione; ma la quantità d' ammoniaca necessaria per tale oggetto è sì picciola ch' essa non cangia sensibilmente le proporzioni degli elementi di questo sale.

84. Le precedenti osservazioni sembrano necessariamente condurre a quella conseguenza ch'io non ho fatto ch' indicare nelle mie *Ricerche sulle leggi dell'affinità*, e che Richter ha positivamente stabilita, cioè che i differenti acidi seguono delle proporzioni corrispondenti colle differenti basi alcaline onde giugnere ad uno stato neutro di combinazione. Questa considerazione può essere d' una grande utilità per verificare le sperienze fatte sulle proporzioni degli elementi dei sali, non meno che per determinare quelle sulle quali l' esperienza non ha ancora pronunziato il suo giudizio e per istabilire inoltre il metodo il più sicuro e più facile onde soddisfare a quest' oggetto cotanto importante per la chimica. Ma 1. esso metodo non può venire applicato che alle sostanze saline delle quali si può effettuare la decomposizione senza formare sali tripli; o almeno non bisogna stabilire la comparazione che sopra combinazioni che non sieno atte a dare sali tripli. 2. Non si può far entrare in questa comparazione che le sostanze che possono formare delle combinazioni neutre, proprietà che ho stabilita

come il carattere distintivo degli acidi e degli alcali. Per questa ragione i sali a base d'allumina debbono esserne esclusi, perchè non solamente l' allumina non produce saturazione completa cogli acidi, ma ha bisogno ancora del concorso d'un alcali per formare il solfato d' allumina, il quale conserva anche allora un eccesso d'acidità. 3. Non si possono impiegare le combinazioni che nello stato neutro, perchè l'eccesso di acido, o di alcali, non potrebbe essere misurato che coll'interposto d'una sostanza la quale complicherebbe troppo il risultato.

Lasciando a parte queste eccezioni, non si ha che a determinare con esattezza le proporzioni d' un acido colle differenti basi alcaline: in appresso basta di riconoscere le proporzioni d'una sola combinazione di ciascheduno degli altri acidi con una base alcalina, scegliendosi sempre quella che offre la maggior convenienza per l' esperienza, e un calcolo facile dà tosto le proporzioni di tutte le altre.

85. Questa corrispondenza esatta delle proporzioni d' un acido con differenti basi, e d' una base con differenti acidi, viene a legarsi colla teoria che ho esposta sull'azione reciproca mercè la quale gli acidi e gli alcali si saturano scambievolmente. Prova essa del pari che quest'azione reciproca non è soltanto una forza che esista in un certo grado fra due individui, ma ch' è la

medesima in tutte le sostanze che dotate sono di acidità e di alcalinità, ovvero sia che i suoi effetti non variano che per l' intensità colla quale le sostanze la possedono. Siccome Kirwan è, fra tutti i chimici che mi hanno preceduto, quegli la cui opinione ha la maggior analogia con quella che presento, così ho creduto di fermarmi a discutere alcune differenze che a primo aspetto sembrano leggiere, ma che in fatto ci hanno condotti a dei risultati opposti.

86. Per classificare le affinità relative delle basi alcaline, Kirwan stabilisce, 1. che la quantità d' acido reale ch' è necessaria per saturare un dato peso di ciascuna delle basi, è in ragione inversa dell' affinità delle basi coll'acido; 2. che la quantità di ciascuna delle basi necessaria per saturare una data quantità di ciascun acido, è in ragione diretta dell' affinità del medesimo acido colla base: talmente che da una parte una maggior affinità esige una minor quantità di uno dei principj saturanti; dall' altra ne esige una quantità maggiore. Per mezzo di questa contraddizione, Kirwan mantiene l' esistenza dell' affinità elettiva, e ne calcola la forza indipendentemente dalle quantità che sono in azione, e delle quali ne aveva non di meno riconosciuto l' influenza. Sulle determinazioni delle affinità elettive, stabilisce in appresso i risultati delle affinità doppie, e la bilancia non meno delle affinità quiescenti

e delle affinità divellenti. Così dividendo egli ingegnosamente le forze che determinano due combinazioni, in forze quiescenti ed in forze divellenti, non fa più entrare, nella comparazione di queste forze, la considerazione delle quantità che agiscono, e riguarda come forza costante l' affinità d' un acido, misurata dalla quantità di base alcalina che può saturare; di modo che la decomposizione si fa completamente, secondo che una forza calcolata, com' io dissi, prevale sull'altra. Ma ho fatto vedere (75) che quando lo scambio di basi non era sollecitato da una forza di coesione considerabile, i sali che si formavano in un miscuglio, variavano per le proporzioni delle sostanze opposte che si trovavano in azione.

Questo dotto chimico pretende di appoggiare la sua teoria delle affinità quiescenti e divellenti, determinate col suo metodo, sopra alcuni esempi nei quali ritrova che i numeri applicati a ciascuna affinità corrispondono alle combinazioni che si formano. Ma se si vuol dare qualche valore a de' numeri scelti per rappresentare alcuni effetti, io ne prenderò di quelli nella stessa sua tavola, che non possono sostenere questa prova. In essa tavola l' affinità dell' acido solforico, determinata dalla quantità di potassa che può saturarlo, è rappresentata col 121, e quella dell' acido muriatico col 314; il che forma per le af-

finità quiescenti 435, quando si mescola il solfato di potassa col muriato di barite; e le affinità divellenti del solfato di barite e del muriato di potassa non danno che 377. Non dovrebbe quindi farsi decomposizione, eppure essa è completa. Lo stesso accade quando si mescola il muriato di stronziana col solfato di potassa; si hanno per affinità quiescenti 337, e soltanto 315 per affinità divellenti.

87. L'azion chimica è reciproca; l'affinità è ad essa proporzionale; la saturazione è un termine comune a tutti gli acidi ed a tutte le basi alcaline: se si vuole paragonare l'azione saturante degli acidi con una base, bisogna paragonare le quantità di ciascun acido che sono necessarie per produrre il medesimo effetto, voglio dire la saturazion della base. Si dovrà dunque riguardare l'affinità di due acidi con una base come se fosse in ragione inversa della quantità di ciascuno dei due acidi che potra saturare la base, il che è stato già da me stabilito nel I. Capitolo. Se sono poi le basi alcaline quelle che si paragonano, bisognerà considerarle egualmente, e la base, che in minor quantità, produrrà la saturazione, sarà quella ch' eserciterà un' azion più energica, e quella che avrà una maggiore affinità. Da tutto ciò si scorge che i rapporti delle due forze si conservano in tutte le combinazioni formate dagli acidi e dagli alcali.

88. Se le osservazioni da me presentate provano che la capacità di saturazione è la misura della potenza o dell' affinità ch' essi esercitano come acidi, convien formarsi un' idea di quest'affinità comparativa, ben diversa da quella che si è stabilita nelle tavole d' affinità.

L' acido fluorico, per le sperienze di Richter, dev' essere il primo acido in potenza, poichè 1000 parti ne saturano 1882 di calce.

Il fosforico dev'essere collocato dopo. Secondo Vauquelin, 1000 parti ne saturano 1440. Viene in seguito l' acido muriatico, poi il solforico ed il nitrico, la cui differenza non è ben stabilita.

Applicando lo stesso metodo agli alcali, l'ammoniaca è la prima ad avviarsi, secondo le sperienze di Kirwan, che mi sembrano più esatte di quelle di Richter: la magnesia e la calce la seguono; indi la soda, la potassa, la stronziana e la barite.

Non fo entrare in questa comparazione l' acido carbonico, perchè i carbonati che Kirwan ha sottomesso alle prove sue, hanno quasi tutti un eccesso variabile d' alcali. Per gli altri acidi, le proporzioni degli elementi delle loro combinazioni sono determinate in un sì picciolo numero, e con una tale imperfezione, che non si può servirsene per fissare il posto loro nell'ordine delle affinità, ad onta ancora che seguan essi la medesima progressione nelle quantità delle differenti basi necessarie alla loro saturazione.

89. Per accordare questo risultato coll' ordine delle affinità che si sono ammesse, bisogna riconoscere nelle affezioni delle sostanze che si combinano, e nelle condizioni in cui possono esse trovarsi, la spiegazione naturale dei fatti che hanno condotto a delle determinazioni così differenti. In questo caso, è nella sola forza di coesione, gli effetti della quale si sono confusi con quelli dell' affinità elettiva, ch' io colloco la causa di questa differenza, senza esaminare ancora le circostanze che stabiliscono le proporzioni d'una combinazione. Il solfato di barite è dotato d' una forza di coesione considerabile, relativamente alle combinazioni che possono rendersi solubili per mezzo dell' acqua, ed esso si trova, rispetto a tutti gli acidi, nel caso medesimo dell' allumina che ha provato una forte concentrazione, come nella porcellana, o nel zaffiro. Non si direbbe forse, se non si conoscesse l' allumina che in questo stato di condensazione, che l'acido solforico non ha alcuna affinità con essa? L' alcali ch' è combinato colla silice nel vetro, non diventa esso del tutto insolubile per mezzo degli acidi, i quali sì facilmente lo separerebbero, se la forza di coesione, che questa combinazione ha acquistata, non fosse divenuta superiore alla loro azione?

Quando si asserisce che l'acido solforico ha più affinità colla barite degli altri acidi, non si fa

attenzione che quest' acido medesimo, qualora non sia concentratissimo e l' azione sua non sia aiutata da quella del calore, non ha maggiore azione sul solfato di quella ch' hanno gli altri acidi, e la sua affinità per conseguenza non ha maggiore energia contro la forza di coesione, la qual forza non bisogna confondere colla potenza di saturazione, o colla potenza antagonista dell' alcalinità.

Il riguardare la barite come dotata d' un' affinità molto più forte dell' ammoniaca per l' acido carbonico, è lo stesso che decidere che sia necessaria una forza molto maggiore per sormontare la resistenza dell' elasticità d' una picciola, che d' una grande quantità di fluido elastico.

90. Qualunque sia l' opinione che si conserva sull' affinità elettiva, è impossibile di non conoscere un rapporto sorprendente fra la capacità di saturazione degli acidi, e le proporzioni costanti dei differenti alcali che possono saturarle, onde si dee concludere che siffatte proprietà debbono essere in relazione coll' affinità degli acidi per gli alcali. Da ciò inoltre si dee concludere che non può esservi ch'una differenza poco considerabile tra l'affinità dell'acido solforico e quella dell'acido muriatico per la barite, qualora vi ricusi di ammettere la superiorità dell'ultimo. Con tutto ciò si suppone nel primo la maggiore affinità per questa base, quantunque il muriato di barite

viene facilmente decomposto dall'acetito di piombo e dal nitrato d'argento, ad onta ancora che questi ossidi abbiano sì poca azione sugli acidi coi quali formano quelle combinazioni solubili, delle quali non possono saturarne completamente l'acidità. Per ispiegare le precipitazioni, si fa propendere l'eccesso della forza dell'acido muriatico sopra quella dell'acido acetico, mercè la differenza che si trova fra l'affinità degli ossidi per l'uno e per l'altro degli acidi. Poscia si stila di fermarsi a questa differenza, tosto che si trovano de' numeri che possono corrispondere a detta supposizione, ancorchè lontani sieno dal rappresentare le proprietà reali, dal rappresentarsi cioè, per esempio, la capacità di saturazione. In fine si neglige affatto ogni considerazione sull'insolubilità dei precipitati, benchè di poi si faccia essa entrare nella spiegazione delle loro proprietà.

Quanto ho esposto in questa sezione sulle affinità, non si dee più applicare all'azione di molti acidi sopra una base, ovvero di molte basi sopra d'un acido, quando abbia luogo dei cangiamenti di temperatura, i quali fanno variare la forza di coesione, e particolarmente quando havvi una differenza di dilatabilità la quale s'accresce inoltre per mezzo del calore che si svolge nell'azion chimica, o che viene ad essa aggiunto.

Dopo di aver esaminato gli effetti dell' azion opposta della liquidità e della solidità, dell' acidità e dell' alcalinità, passerò ad esaminare i cangiamenti che il calorico produce nell' affinità reciproca delle molecole dei corpi, ed in quella altresì che forma le combinazioni.

NOTE

DELLA SECONDA SEZIONE

NOTA PRIMA

Dal grado di solubilità delle combinazioni che possono formarsi, si può giudicare dei sali che insieme trovar si possono in un liquido, per esempio, in un' acqua minerale, considerandosi queste combinazioni, per la comodità del linguaggio, come se avessero nel liquido un' esistenza isolata. Per conseguenza un'acqua non può contenere nello stesso tempo del carbonato di soda, ed un sale a base calcarea. Non può parimente tener in dissoluzione un sale a base di calce con un solfato in proporzione maggiore di quella che può produrre la quantità di solfato di calce, atta a poter essere tenuta in dissoluzione, accordando nondimeno una piccola latitudine per l'au-

mento di solubilità che può venir prodotta dall' azione reciproca de' sali.

La differenza di solubilità proveniente da differenti gradi di temperatura, è la causa d' un fenomeno che a principio fu osservato da Schéele, e in appresso da Gréen (1). Un'acqua che contenga della soda, della magnesia, dell'acido solforico e dell'acido muriatico, dà, durante l' evaporazione, del muriato di soda, e, col raffreddamento, del solfato di magnesia. Se quest' acqua poi viene esposta alla congelazione, offre. al contrario, del solfato di soda che cristallizza.

La solubilità del solfato di soda diminuisce così rapidamente per l' abbassamento di temperatura, che, secondo l' osservazione di Blagden (2), questo sale non può abbassare il grado della congelazione dell'acqua, che d'un grado solo del termometro di Fahreneit: allora si separa e si cristallizza prontamente. Al contrario la solubilità del muriato di soda diminuisce pochissimo, e questo sale può abbassare la temperatura di 28 gradi dello stesso termometro al disotto della congelazione, senza precipitarsi, qualora però la proporzion dell'acqua sia quattro volte maggiore. Una temperatura un po' più bassa di quella della congelazione deve dunque produrre la cristallizzazione del solfato di soda, ed il calore dell'ebollizione, che aumenta di molto la solubilità comparativa del solfato di soda, produr dee quella del muriato di soda. Questa differenza, prodotta dalla tem-

(1) Journal des mines, num. XXVI.
(2) Trans. philos. 1788.

peratura, è dunque una conseguenza naturale della causa della separazione dei sali per mezzo della cristallizzazione, e fa essa vedere, in una maniera convincente, che non si dee punto riguardare i sali come esistenti in realtà e interamente formati in un liquido da cui si possono cavare, imperciocchè, cangiandosi i rapporti di solubilità, si fanno alternare le combinazioni che si formano, ma che bensì la sola differenza della loro solubilità nelle circostanze in cui si trovano, è quella che produce la separazione loro e la loro cristallizzazione successiva.

Gréen che, come gli altri chimici, riguarda i sali in un liquido, tali quali l' evaporazione li produce, dice che dal momento in cui il solfato di soda è separato pel freddo più esso non dà muriato di soda, se viene mescolato con del muriato di magnesia, ed esposto pur venga all' evaporazione, e dice inoltre ch' ha fatti sopra quest' oggetto molti tentativi infruttuosi. Non so quali circostanze possano averlo ingannato. Avend'io mescolato pesi eguali di muriato di magnesia e di solfato di soda disseccato, ed avendo fatto svaporare la dissoluzione loro, si è formata una crosta densa di muriato di soda. L' azione reciproca dei sali non fa che aumentare fino ad un certo segno la solubilità del muriato di soda.

Quantunque il solfato di soda sia molto solubile nell'acqua, nondimeno ritiene debolmente dell' acqua ne'suoi cristalli, come lo prova la facilità colla quale esso sfiora all'aria. Per mezzo di ciò mi è agevole di spiegare un fatto che sembra a prima vista sottrarsi dalla regola che ho stabilita sulla formazione de'sali in ragione della loro solubilità. Quando si fa svapo-

rare le acque delle saline della Meurte, si forma un deposito abbondante di solfato di soda, spogliato d' acqua di cristallizzazione, e nulla di meno una porzione di solfato di soda resta nell' acqua-madre, e non cristallizza che per mezzo del raffreddamento. Accade quì la cosa stessa che accader suole quando si mescola un muriato, o nitrato di calce disseccato ad una dissoluzione saturata di nitrato di potassa: una parte di nitrato di potassa è precipitata, perchè il sale a base di calce s' impossessa tosto d' una parte dell' acqua, quantunque per l' azione sua abbia esso la proprietà di accrescere la solubilità del nitrato di potassa.

Si ottiene ancora un simile risultato, quando si fa svaporare un miscuglio di solfato d' ammoniaca e di muriato di soda; si forma un precipitato abbondante di solfato di soda privo d' acqua, quantunque questo sale abbia una solubilità all' incirca eguale a quella del muriato d' ammoniaca.

Davy ha fatto delle osservazioni interessanti sulle quantità d' acqua che il nitrato d' ammoniaca ritiene nella sua cristallizzazione, secondo la temperatura a cui la svaporazione si opera (1), e sopra i cangiamenti che questa circostanza produce nella sua cristallizzazione. I due estremi sembrano essere il nitrato prismatico, ottenuto alla temperatura dell'atmosfera, e che contiene la maggior quantità d' acqua di cristallizzazione, ed il nitrato compatto ovvero in aghi finissimi che risulta dall' evaporazione ad una

1) Bibliot. Britan. n. 148.

temperatura di 119 gradi di Reaumur. Il nitrato fibroso, la cui evaporazione è stata fatta a 17 gradi di Reaumur, tiene il mezzo fra le prime specie.

Può darsi che l'insolubilità d'un sale sia talmente dominata dall'azion d'una delle sostanze messe a contatto, che l'effetto suo sia distrutto, e che un altro ordine di combinazione si produca, al quale la conoscenza delle solubilità delle sostanze isolate non avrebbe giammai condotto. In tal modo quando si mescola la dissoluzione dell'ossido di piombo, per mezzo della soda, con un'acqua di solfato di soda, non si fa ch'un picciolo precipitato (1). La maggior parte dell'ossido di piombo resta in dissoluzione, quantunque il solfato di piombo sia insolubile, e resisti fortemente ancora all'azion degli acidi. Ma diventa solubilissimo nella soda colla quale si trova allora in contatto, e forma con essa un sal triplo, come la magnesia coll'ammoniaca e l'acido muriatico.

Gli effetti ch'io attribuisco alla forza di coesione non sono realmente dovuti che all'insolubilità, vale a dire al rapporto tra la forza di coesione e l'azion chimica dell'acqua: dal che nasce che le combinazioni che questa causa determina, sono spesso differentissime, quando la liquidità è prodotta soltanto dall'azione del calore.

Se si spinge al fuoco, in un crogiuolo di platino, un miscuglio di muriato di calce e di solfato di barite entra esso in una fusione sì liquido, che sembra

(1) De l'influence des prop. Mém. de l'Inst. t. III.

acqua; dopo il raffreddamento, si trova che la massa è composta di solfato di calce e di muriato di barite, che in gran parte può separarsi con una pronta lozione, mentre servendosi d' una ebollizione prolungata, il solfato di calce sarebbe decomposto. Questa sperienza singolare che ho ripetuta, è dovuta, per quanto m' è stato detto, ai travagli che si eseguiscono nel laboratorio di Seguin.

Sottomettendosi egualmente all' azione del calore un miscuglio di solfato di soda, e di carbonato di calce, questo entra in fusione liquidissima, ed è per l' azione ch' esercitano allora i suoi elementi, che il solfato, cangiato in solfuro per mezzo d' un miscuglio di carbone, si converte in carbonato nell'operazione che si deve al cittadino Leblanc, con la quale ha indicato egli il modo per ottenere una soda propria a rimpiazzare quella del commercio.

Queste osservazioni provano che la forza di coesione che può produrre gli effetti i più energici, quando l' acqua serve di dissolvente, possono produrre di contrarj quando le medesime sostanze esercitano un'azion reciproca senza il concorso dell'acqua. Confermano esse ancora che le separazioni che hanno luogo, non sono l'effetto immediato dell'affinità comparativa, ma della forza di coesione che diviene maggiore piuttosto in alcune che in altre sostanze nelle circostanze in cui si trovano.

I chimici, a dir vero, avevano distinto le affinità che si esercitano PER VIA UMIDA, da quelle che si esercitano PER VIA SECCA; ma senza indicare le cause che facevano variare gli effetti d'una forza ch' e-

glino riguardavano come costante. Confondevan essi così quelli i quali sono dovuti allo stato differente di liquefazione, ed alla volatilità accresciuta dall' azione del calorico. In una delle erudite note che Fischer ha aggiunte alla traduzion tedesca delle mie Ricerche sulle affinità, fa egli osservare che Hahnemann, in una traduzione delle Arti chimiche di Demachi, aveva innanzi di me detto che le decomposioni delle combinazioni chimiche non dipendevano che dal loro rapporto di solubilità.

NOTA II (di Fischer),

Il soggetto che Berthollet tratta alla fine della prima serie dell' opera sua sulle affinità, è stato già trattato nel 1792 da Richter nella sua stechiometria, S. 1. pag. 124, Guyton ne parla anch' egli nelle Memorie dell' Istituto per l' anno 1797, senza aver avuto conoscenza dell' opera di Richter, la quale, quantunque piena di sperienze e d' osservazioni interessantissime, è pochissimo conosciuta in Germania. Ma ciò è colpa dell' autore il quale doveva separarle dalle ipotesi, e non unirle sempre a calcoli i quali lo rendono oscuro per molti leggitori.

Ecco come Richter si esprime:

„ Se due soluzioni neutre sono mescolate insieme, „ e che ne segua una decomposizione, i prodotti „ che ne risulteranno, saranno, quasi senza ecce- „ zione, egualmente neutri. Ma se le due soluzioni,

„ od una di esse non fossero neutre, i prodotti non „ sarebbero neutri neppur essi. „

Richter non ha citate le eccezioni. Berthollet al contrario ne cita alcune che hanno luogo nel caso in cui, nel miscuglio, vi sieno dei sali metallici: fuori di questo caso non vi potrebbe esser forse alcuna eccezione. L'idea di neutralità non sembra applicabile a questi sali; essi conservano tutti un eccesso d'acido nello stato liquido; le loro basi non sono solubili nell'acqua, e non agiscono esse cogli acidi, come fanno gli alcali. Sono nondimeno condizioni necessarie alla neutralità. Comunque sia, si potrà riguardar con Richter, Guyton e Berthollet, la legge come stabile, allorchè si tratti d'una base alcalina e d'un acido.

Da ciò si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. Le quantità di due basi alcaline che sono necessarie per neutralizzare delle parti eguali d'un acido, son in proporzione delle quantità di queste medesime basi, necessarie per neutralizzare ogni altro acido.

Sieno A e B due acidi, *a* e *b* due basi alcaline. I due sali neutri Aa, Bb, sono supposti tali che, nel loro miscuglio, cangiano completamente di base. Da questa supposizione risulterà dunque, che A neutralizzato prima da *a*, lo sarà in seguito da *b*, e che per conseguenza le quantità di *a* e di *b*, che sono capaci di neutralizzare A, debbono esser capaci di neutralizzare un'altra quantità di B, la quale è fissa.

Egli è chiaro che si possono cangiare le voci

BASI ed ACIDI, e che la legge è applicabile a tutte le combinazioni neutre, anche quando Aa e Bb non cangiano di basi, imperciocchè si potrà sempre rovesciare l'esperienza, mescolando Ab con Ba.

2. Se si giugne a conoscere Aa, Ab, Bb col mezzo dell'esperienza, si potrà trovare Ba col mezzo del calcolo. Richter si serve di questa conclusione per trovare la proporzione di neutralizzazione, allorchè è difficile il fissarla immediatamente; ma egli ha determinato in gran parte le proporzioni per mezzo della sperienza.

3. Quando si avrà rinvenuto, coll' esperienza, quanto alcali, e quanta terra occorrano per neutralizzare 1,000 parti d'acido solforico, nitrico, o muriatico, si scorgerà tosto che ciascuna tavola contiene degli altri numeri; ma i numeri di ciascuna tavola saranno fra essi in quella medesima proporzione che i numeri dell' altra la offrono. Il caso stesso avrebbe luogo, se si esaminasse quant'acido abbisogni per neutralizzare 1,000 parti di soda, d'ammoniaca, o di calce.

E' stato questo lo scopo di Richter nel trattare siffatta materia. Si è dato la pena di esaminare ciascun acido nella relazione sua verso le basi, per mezzo dell' esperienza e del calcolo, offrendo oltre a ciò in tavole i suoi risultati; il che riempie la maggior parte delle sue opere pubblicate, dal 1791 fino al 1800.

Sembra che Richter non abbia fatta attenzione che tutte le sue tavole possono esser ridotte in una sola di 21 numero, divisa in due colonne, per mezzo delle quali si possono tutte ridurre colla regola del

tre. Ecco quella che ho calcolata, tenendomi alle nuove tavole di Richter, molte delle quali differiscono dalle precedenti. (Si osservino i fascicoli 8 e 10 delle sue Idées sur de noveaux objets de la chimie.

BASI		ACIDI	
Allumina	525	Fluorico	427
Magnesia	615	Carbonico	577
Ammoniaca	672	Sebacico	706
Calce	793	Muriatico	712
Soda	859	Ossalico	755
Stronziana	1329	Fosforico	979
Potassa	1605	Formico	988
Barite	2222	Solforico	1000
		Succinico	1209
		Nitrico	1405
		Acetico	1480
		Citrico	1683
		Tartaroso	1694

Questa tavola significa che se si prende una materia d' una di queste due colonne, per esempio la potassa della prima colonna, alla quale corrisponde il numero 1605, i numeri dell' altra colonna mostreranno quanto vi voglia di ciascun acido per neutralizzare queste 1605 parti di potassa. Occorreranno loro, per esempio, 427 d' acido fluorico, 577 d'acido carbonico, ec. Se si prende una sostanza della seconda colonna, converrà servirsi della prima colonna per sapere quanta terra od alcali occorra per neutralizzarla.

Tutti questi numeri possono, per così dire, essere riguardati come le espressioni rappresentanti della forza d' affinità, e le materie d'una colonna, le quali sono prossime l' una all' altra, sono in ragione inversa dei due numeri dell' altra colonna che loro corrispondono. (Vedi Berthollet, art. X. e XV.) La potassa e la soda sono in proporzione di 859 a 1605 rispetto ad ogni acido. Ma dall' esame di Berthollet risulta, che i numeri non bastano per ispiegare col calcolo, i fenomeni dell' affinità semplice e doppia.

E' chiaro che l' opera di Richter contiene delle cose eccellenti per la teoria delle affinità, ma contiene essa ancora molte ipotesi insostenibili, tra le quali io colloco ciò ch' ei dice intorno alla grandezza delle masse.

Richter dà alle sue tavole un ordine determinato, dietro la grandezza dei numeri; ma fa egli delle suddivisioni in ciascuna colonna, collocando separatamente i tre alcali dal lato delle basi, e gli acidi fluorico, solforico, muriatico e nitrico dal lato degli acidi. Crede egli in fine che debba esistere un' altra legge nella quale i numeri si succedono, e trova, dopo calcoli ben lunghi, che que' numeri del lato delle basi debbono essere riguardati come facenti parte d' una progressione aritmetica, e quelli del lato degli acidi, come facenti parte d' una progressione geometrica (1).

(1) La serie dei tre alcali è rappresentata da a, a + b, a + 5 b; la serie delle terre da a, a + b, a + 3 b, a + 9 b, a + 19 b. La serie dei quattro aci-

E' certo che i numeri delle tavole possono essere riguardati come altrettante serie in progressione. Ma Richter s'inganna, se crede di aver trovata in essi la legge delle proporzioni di neutralità, o delle forze di affinità. Qualunque numero può venir considerato come facente parte d'una serie aritmetica o geometrica (1). Richter poteva fare la stessa cosa senza la sua suddivisione, come ho fatto io nella tavola che ho qui data. Riesce ciò ancora più facile se si usa della libertà che Richter di tratto in tratto si prende, di aumentare cioè, o di diminuire un numero, affine di rendere la serie più completa.

di minerali è rappresentata da c, cd 3, cd 5, cd 7, e la serie degli altri acidi (eccetto l'acido fosforico), da c, cd 3, cd 4, cd 8, cd 11, cd 14, cd 15, cd 16.

(1) Prendendosi dei logaritmi di una serie di numeri, si scorge che possono essere riguardati come facenti parte d'una serie aritmetica: i numeri della serie fanno allora parte d'una serie geometrica.

SEZIONE III.

DEL CALORICO

CAPITOLO PRIMO

Degli effetti del calorico indipendenti da quelli della combinazione.

91. La causa del calore, alla quale do il nome di calorico, qualunque ne sia la natura, ha una potenza così estesa e la esercita in circostanze così variate, ch'importa di bene apprezzare ciascheduno de' suoi effetti, affine di valutarli nei fenomeni più complicati. Comincerò dunque dal richiamare le nozioni le più elementari sopra i cangiamenti che può essa produrre nei corpi che non son sottomessi che all' azione sua.

Quando molti corpi che trovansi a differenti gradi di calore, vengono messi in contatto, si stabilisce più o meno rapidamente una temperatura uniforme a tutto il sistema.

Se l' acqua alla temperatura di zero, ma liquida

ancora, è mescolata con un peso eguale d'acqua a 60 gradi, il miscuglio prende tosto un calore di 30 gradi; di modo che il calorico si distribuisce fra le sostanze omogenee in ragione della lor quantità.

92. Questa divisione di temperatura non si fa già in forza della medesima legge, quando i corpi sono di natura differente o in uno stato differente. L'esperienza fa vedere, per esempio, ch'un metallo immerso in un peso eguale d'acqua di temperatura superiore, guadagna un maggior numero di gradi di calore termometrico, di quello che l'acqua ne perde; e ciò si fa secondo le proporzioni differenti per ciascuna specie di metallo.

Da ciò bisogna concludere che il calorico il quale aumenta d'un grado la temperatura dell'acqua, innalzerebbe d'una maggior quantità quella d'un peso eguale di metallo, e produrrebbe in ciascun metallo un accrescimento differente.

93. Una disposizione analoga si manifesta in tutti i corpi. Coll'acquistar essi una stessa quantità di calorico prendono delle temperature differenti. Tale disposizione può essere misurata; ed è perciò che si riguarda come unità di calorico la quantità necessaria per alzare d'un grado la temperatura dell'unità ponderale d'un corpo col quale gli altri si paragonano. Si determina ancora coll'esperienza la quantità di calorico necessaria per alzare d'un grado la temperatura d'una unità

ponderale d'un altro corpo. Questa quantità comparativa di calorico si chiama *calorico specifico* del corpo. A questa proprietà che ha i corpi d'esigere delle quantità differenti di calorico per percorrere i gradi stessi di temperatura, si è dato anche il nome di *capacità di calorico*, considerandola come una potenza comparativa di cui essi godono. Mi servirò egualmente di queste due espressioni.

Un esempio renderà ciò più sensibile. Supponiamo ch' un corpo, la cui temperatura sia eguale a zero, venga immerso in un peso eguale d' acqua a 50 gradi, e che la temperatura del miscuglio, giunta allo stato d' equilibrio, sia a 30 gradi. L' acqua comunicando al corpo una parte del suo calorico, ha perduto 20 gradi della sua temperatura; ma la stessa quantità di calorico alla quale questa perdita è dovuta, ha aumentato, col passare nel corpo immerso, 30 gradi di temperatura.

E' cosa evidente che se una stessa quantità di calorico fa provare dei cangiamenti differenti di temperatura a due corpi dello stesso peso, quello dei due che avrà provato il maggior cangiamento, ha bisogno di minor calorico per variare d' un grado di temperatura, e che essa quantità sarà tanto più picciola, quanto la variazione sua sarà stata maggiore. I calorici specifici di due corpi sono dunque in ragione inversa delle variazioni di temperatura che la quantità stessa di ca-

lorico produce in due pesi eguali di essi corpi. Se uno dei due corpi fosse acqua, il suo calorico specifico potrebbe esser preso per l'unità, e sarebbe allora facile, secondo ciò che ho quì esposto, di determinare il calorico specifico dell' altro corpo, rapportandolo a questa unità.

Ripigliandosi la supposizione precedente, si troverebbe che il calorico specifico del corpo è a quello d'un peso eguale d'acqua, come 20 a 30, o come 2 a 3; vale a dire che essendo quello dell' acqua eguale a 1, quello del corpo sarà eguale a 2 terzi.

In conseguenza di ciò che ho detto, si può stabilire la seguente regola: *se, avendo immerso un corpo in un peso eguale d' acqua di differente temperatura, ed avendo lasciato stabilire l'equilibrio, si scrive una frazione la quale abbia per numeratore la variazione di temperatura provata dall' acqua, e per denominatore la variazione provata dal corpo, si avrà l'espressione del calorico specifico di questo corpo.*

Se non si fosse impiegato un peso d'acqua eguale a quello del corpo, bisognerebbe moltiplicare il risultato per il peso dell' acqua, e dividerlo per il peso del corpo.

94. Quanto ho fatto fin quì osservare non è vero che nella condizione che i corpi messi in esperimento restino in uno stato costante; ma se essendo preservati da ogni combinazione, possono

essi dallo stato solido allo stato liquido, o viceversa, si presentano tosto degli altri fenomeni. L' acqua ne offre un esempio notabile.

Quando si mescola un peso qualunque d'acqua solida, ossia ghiaccio, la cui temperatura sia zero, con un peso eguale d' acqua a 60 gradi, risulta un peso doppio d' acqua liquida alla temperatura della congelazione.

Un siffatto fenomeno, per ciò che abbiam detto fin qui relativamente alla spartizione di temperatura non poteva mai essere preveduto. Esaminandolo però in se stesso, vediamo che l' acqua solida è divenuta liquida senza aumentar di temperatura, e che l' acqua liquida ne ha perduto 60 gradi. Il calorico che la teneva a tale temperatura, è stato dunque totalmente impiegato a render liquido il ghiaccio, e le vere conclusioni di questo fatto sono le seguenti.

Quando il ghiaccio passa allo stato liquido, si combina esso con una quantità di calorico capace di alzare un peso eguale d' acqua da zero fino a 60 gradi del termometro.

Alla temperatura zero, l' acqua solida differisce dall' acqua liquida a zero in quanto che questa contiene di più il calorico capace d' alzare lo stesso peso d' acqua dalla temperatura zero fino ai 60 gradi; ma questo calorico, combinandosi, ha perduto la potenza sua sopra il termometro.

E' ben facile, dopo ciò, il concepire come accada che in mezzo ad una temperatura superiore alla congelazione, il termometro, circondato da ghiaccio pesto, resti costantemente a zero, e non cominci ad innalzarsi che quando il ghiaccio ha preso lo stato liquido.

95. La liquefazione non è la sola circostanza in cui il calorico si combini, perdendo la sua potenza sul termometro.

Un termometro immerso nell' acqua che vien riscaldata, indica i gradi della temperatura che l' acqua prende successivamente, fino all' ebollizione; ma resta esso stazionario a questo grado. Il calore che si aggiugne, non fa che accelerare la riduzione dell'acqua in vapore, senza produrre alcuna variazione di temperatura. Il termometro trasportato nel vapore, è ancora stazionario finchè rimane dell' acqua nello stato liquido; ma convertitasi tutta l'acqua in vapore, il calorico che continua a combinarsi, esercita la potenza termometrica e la temperatura s' innalza.

Questo fatto prova che quando l' acqua passa dallo stato liquido a quello di vapore, il calorico vi s' accumula, perdendo la sua potenza sul termometro, come accade nella liquefazione. La quantità di calorico che disparisce in questa conversione, innalzerebbe, secondo le sperienze del celebre Watt, uno stesso peso d' acqua, che non potesse ridursi in vapore, a 943 gradi del

termometro di Fahreneith, ovvero a 400 gradi circa del termometro di Reaumur.

96. Il calorico che in tal modo si è combinato, ricomparisce producendo gli effetti termometrici. Se in un recipiente, per esempio, si riceve il vapor acqueo, questo tosto abbandona il suo calorico e prende lo stato liquido, e tale riduzione del vapore in liquido continua fino a tanto che il recipiente abbia acquistata la temperatura dell' ebollizione.

L'acqua parimente che, trovandosi esposta al freddo, ha preso, senza cessar d' esser liquida, una temperatura inferiore al ghiaccio, fa rimontare il termometro a zero nell' atto in cui essa si solidifica. La quantità di ghiaccio che si forma in quell'istante dipende dalla proporzione d'acqua che dimora liquida, e che può assorbire il calorico abbandonato dall' altra porzione e dal grado di freddo che esisteva in tutta la massa. Quindi conoscendosi il peso dell' acqua ed il grado di freddo a cui essa è pervenuta, si può determinare la quantità del ghiaccio che si formerà.

97. Degli effetti analoghi hanno luogo in tutti i corpi, quando, per l'influenza sola del calorico, passano essi dall' uno all' altro de' tre stati solido, liquido e vaporoso.

Il calorico che si accumula perdendo la sua potenza sul termometro, è stato chiamato *calor latente*, o *calorico latente*, e si è dato il nome

di *calorico libero* a quello che produce gli effetti termometrici.

98. Quando un corpo viene esposto in un'atmosfera, la cui temperatura sia superiore alla sua, si riscalda insensibilmente fino al punto che tutte le sue molecole abbiano preso la temperatura del fluido circostante. Ma se un tal corpo è una massa di ghiaccio a zero, le molecole che ne formano lo strato esteriore, si combineranno col calorico, e si risolveranno in liquido. Lo strato sottoposto si discioglierà anch'esso, ed in ogni operazione il calorico che liquefà il ghiaccio, diventa latente e perde il potere d'alterar la temperatura del nocciolo. Il ghiaccio quindi rimane costantemente a zero. A gradi inferiori, esso prende però, come gli altri corpi, una temperatura uniforme.

Immaginiamoci ora uno spazio chiuso per ogni parte da un recinto di ghiaccio alla temperatura di zero. Non vi sarà allora comunicazione fra l'esterno e l'interno. La superficie del ghiaccio presentando da ogni parte dei limiti al di là dei quali il calorico non può agire, gli strati interiori si liquefaranno, finchè abbiano esaurito tutto il calorico ch'innalza la temperatura interiore al di sopra di zero, e nulla più.

99. Queste considerazioni hanno realmente condotto a misurare la quantità di calorico che si svolge durante un fenomeno qualunque, con un

mezzo differente da quello ch'è stato esposto (93). Basta solo che il fenomeno abbia luogo entro lo spazio interno del recinto di ghiaccio. Se si raccoglie accuratamente tutta l'acqua che si è formata, esso indicherà il calorico che si è svolto, e ch'è divenuto latente colla liquefazione del ghiaccio.

Per ricondurre il risultato di questa prova all'unità di calorico dissopra stabilita, non si ha che a moltiplicar per 60 il peso dell'acqua ottenuta, e si avrà la quantità d'acqua la di cui temperatura verrebbe innalzata ad un grado per mezzo del calorico sprigionato.

Le quantità di calorico eliminate durante il raffreddamento d'un corpo, sono paragonabili a quelle che si svolgono durante un fenomeno chimico, col mezzo dei pesi d'acqua di cui esse quantità sono capaci di aumentare la temperatura d'un grado, poichè sono direttamente proporzionali ad essi pesi.

100. Per dare della precisione a questo genere di prova, si è immaginato un istrumento a cui si diede il nome di *calorimetro*. Alle sperienze fatte con esso istrumento da Lavoisier e da Laplace dobbiamo e le cognizioni le più precise sopra gli effetti del calorico, e la teoria la più esatta sopra il calore. L'opera importante da loro pubblicata

in tal proposito è quella che mi serve principalmente di guida (1).

Il calorimetro dev'essere considerato come composto di due capacità concentriche e separate da un tramezzo metallico. L'una e l'altra racchiudono del ghiaccio pesto.

Importa molto che il ghiaccio esteriore sia sempre al termine della liquefazione, affine che il suo contatto mantenga il ghiaccio interno alla temperatura di zero.

Questo secondo ghiaccio dev'essere umettato innanzi di venir messo a suo luogo, affine che l'acqua ch'esso ritiene, quando l'esperienza finisce, non indebolisca il risultato. (*Nota III.*)

101. Per determinare la capacità di calorico d'un corpo, se ne colloca nel recinto interno un'unità ponderale innalzata ad una temperatura determinata. Si raccoglie di poi esattamente, per mezzo d'una chiave, l'acqua ch'è dovuta alla liquefazione del ghiaccio, prodotta questa dal calorico del corpo che si è messo in esperienza per passare dalla temperatura in cui era a quella di zero. La prova dunque è quella che determina la quantità di calorico che si svolge dall'unità ponderale di esso corpo: la temperatura del corpo essendosi abbassata d'un certo numero di gradi, per prender quella del ghiaccio, si divide allora

(1) Mém. sur la chaleur. Acad. des Sciences, 1788

per detto numero, e si ha tosto lo svolgimento del calorico corrispondente alla variazione d' un grado.

Se la massa del corpo sottomesso alla prova non fosse eguale all' unità ponderale, si dividerebbe il risultato della sperienza per il peso del corpo, e si otterrebbe il risultato corrispondente all' unità ponderale.

102. Se si paragonano gli elementi impiegati nel metodo (93) con quelli della determinazione attuale, si vedrà che sono essi i medesimi, e che i due metodi conducono ai medesimi risultati. Differiscono essi non di meno in alcune circostanze le quali danno quasi sempre all' una molto vantaggio in confronto dell' altra.

Il metodo dei miscugli esige che si faccia entrare nei risultati l' effetto dei grandi recipienti de' quali si fa uso, e la dissipazione inoltre del calore che comunicano sì all' atmosfera come ai corpi circostanti, nel mentre che la temperatura del miscuglio perviene all' uniformità. La differenza di peso specifico delle sostanze, quali sono l' acqua ed il mercurio, è un ostacolo che rende l' equilibrio di temperatura difficile da ottenersi. L'azione che l'acqua esercita sopra molti corpi come dissolvente, complica anch' essa il risultato, e la difficoltà di separare gli effetti diventa insormontabile, quando si forma una combinazione, o quando v' ha cangiamento di co-

stituzione, come accade nella combustione e nella respirazione. Le sostanze gasose in fine non possono essere impiegate che in così piccola quantità da rendere questa specie di prova affatto illusoria.

L' uso del calorimetro non esige ch' una correzione facile, quella cioè dell'effetto prodotto dalla capacità del calorico del vaso che contiene i corpi liquidi messi in esperienza. Esso serve a determinare il calorico che si svolge in tutti i fenomeni chimici e del pari a determinar quello che abbandona un corpo nel tempo che si raffredda.

Con tutto ciò è difficile poi il determinare col mezzo suo il calorico specifico delle sostanze gasose, essendochè fa d' uopo impiegarne dei volumi considerabili per liquefare una certa quantità di ghiaccio. A tale oggetto se ne fa passare un volume determinato in una specie di serpentino contenuto nello stesso calorimetro. Si osserva allora col mezzo d' un termometro, collocato nel tubo che lo conduce, la temperatura che al gas si è data, e si osserva parimente quella ch' esso conserva sortendo dall' apparato. Dalla quantità di ghiaccio che ha liquefatto si giudica del calorico che il gas ha perduto. E benchè gli esperimenti sulle sostanze gasose non siano stati fatti colla precisione che gli autori si proponevano di seguire, è nondimeno vero che

i loro primi risultati debbono essere riguardati come delle approssimazioni molto maggiori di quelle che si sono ottenute coi miscugli.

103. Le osservazioni precedenti spiegano le differenze considerabili che si riscontrano tra le determinazioni di Crawford che si è servito del primo metodo (1), e quelle di Lavoisier e Laplace. Non è più da sorprendersi ora delle vacillazioni di Crawford, il quale nelle prime prove ha attibuito al gas ossigeno una capacità di calorico 87 volte maggiore di quella dell' acqua, e che poscia nelle prove posteriori ha ridotta a 4,749, mentre gli ultimi non la trovano che di 0,65 (2); e sebbene non offrano eglino questa determinazione che con molta riserva, essa dee nondimeno inspirare maggior fiducia di quella di Crawford.

104. Si è veduto che nelle modificazioni di temperatura che si operano per mezzo dei miscugli, il calorico si distribuisce in ragione delle capacità e delle quantità, e che nei cangiamenti di stato dei corpi, esso s' accumula o si spreme in maniera che, nei cangiamenti inversi, i corpi ne riprendono la medesima quantità. Un effetto simile ha luogo nelle successioni di combinazioni che sono accompagnate da un assorbimento, o

(1) On animal heat.
(2) Recueil de Mém. par Séguin, tom. I.

da uno svolgimento di calorico. Gli autori della memoria sul calore hanno stabilito sopra queste considerazioni i principj seguenti.

Se in una combinazione o in un cangiamento di stato qualunque, havvi diminuzione di calor libero, questo calore ricomparirà tutto intero, quando le sostanze ritorneranno al loro stato primiero; e reciprocamente, se nella combinazione o nel cangiamento di stato, havvi un aumento di calor libero, questo nuovo calore disparirà nel ritorno delle sostanze allo stato loro primitivo.

Generalizzandosi questo principio, tutte le variazioni di calore, reali sieno od apparenti, che un sistema di corpi prova cangiando di stato, si riproducono in un ordine inverso, quando il sistema ripassa al primiero suo stato.

105. Il calorico produce sopra i corpi un altro effetto di cui fa mestieri conoscerne i rapporti coi cangiamenti di temperatura. Esso li dilata ed accresce le loro dimensioni.

La dilatazion che i corpi provano, mercè una data elevazione di temperatura, è molto maggiore nei fluidi elastici che nei liquidi, e più in questi che nei corpi solidi.

I liquidi non differiscono soltanto tra loro per l' espansibilità, ma si è osservato che le dilatazioni d' uno stesso liquido non erano proporzionali agli accrescimenti di temperatura, e che esse aumentano progressivamente, quando il li-

quido approssima al termine in cui deve ridursi in vapori (1).

Nelle sperienze che sono state fatte da Ellicot, Smeathon (2), il general Roy (3), Laplace e Lavoisier (4), sulla dilatazione dei corpi solidi per mezzo del calore, non si riscontra alcun rapporto fra queste dilatazioni e la capacità del calorico dei corpi, la loro durezza e le altre loro proprietà note, se, per quanto mi sembra, non vi fosse un rapporto colla loro fusibilità. In fatti, tra i metalli, il platino è quello che si dilata meno, mentre il piombo ed il zinco sono quelli che si dilatano di più. Fra i vetri, quello in cui vi entra l'ossido di piombo, si dilata molto più di quelli che non ne contengono.

Si può dunque presumere che accada dei solidi, relativamente alla fusibilità quello che accade dei liquidi, rispetto alla vaporizzazione, e che una stessa sostanza solida non proverebbe gradi uniformi di dilatazione ad alte temperature, ma che anzi, approssimandosi al termine della liquefazione, le dilatazioni diverrebbero proporzionatamente maggiori.

Si trova qui una conferma del principio da me

(1) De Luc. modif. de l'atm. tom. II, édit. in 8.
(2) Trans. philos. 1785.
(3) Ibid. 1786.
(4) Mém. recueillis par Séguin, tom. II.

esposto, che le cause chimiche esercitano una influenza, innanzi che gli effetti che debbono esse produrre possano manifestarsi (11).

105. Siffatte osservazioni fanno vedere che il calore dilata i corpi in una maniera ineguale tra essi. I liquidi provano a temperature eguali un effetto molto maggiore dei solidi, e molto inferiore a quello dei fluidi elastici; ma nel passagio loro da uno stato all' altro, le dilatazioni partecipano di quelle che appartengono allo stato che la sostanza deve prendere; infine le dilatazioni di volume non corrispondono ai cangiamenti di temperatura, quando un corpo passa dallo stato solido allo stato liquido, o da questo allo stato di fluido elastico. Bisogna vedere come si posson conciliare queste differenti apparenze alle leggi qui esposte, a cui l'azion del calorico è sottomessa; e quale corrispondenza esister possa tra gli effetti termometrici e le quantità di calorico che si combinano.

107. In qualunque stato una sostanza si trovi, la temperatura sua si mette in equilibrio con quella degli altri corpi (91); di maniera che il calorico tende sempre a mettersi in proporzioni corrispondenti, secondo lo stato delle sostanze fra le quali esso si distribuisce.

Pictet chiama *tensione* quella proprietà che ha il calorico di distribuirsi uniformemente tra differenti corpi, non in ragione della loro massa meccanica, ma della capacità ch'essi hanno nello

stato in cui si trovano, in maniera da produrre tra essi un equilibrio di temperatura. Questa tensione può paragonarsi allo sforzo d' una sostanza elastica che si pone in equilibrio d' elasticità colle altre sostanze simili che reagiscono contro di essa. Bisogna nondimeno distinguerla da quella forza espansiva che appartiene ai fluidi elastici, ad onta che sia ella il principio: agisce in tutti i corpi indifferentemente, qualunque siasi lo stato loro. L' effetto suo però è tanto maggiore, quanto più havvi di distanza tra le loro temperature, da che si può trarre questa conclusione, *che il calorico agisce con tanta maggiore energia fra i corpi la cui temperatura è differente quant' è maggiore la tensione sua.*

108. Abbiam veduto che la temperatura non s' innalzava, mentre il ghiaccio si liquefaceva. Lo stesso fenomeno ha luogo negli altri corpi solidi che passano allo stato liquido, qualora quest' effetto non venga occultato da altri effetti. Ciò fa vedere che l' elevazione di temperatura ne' corpi solidi non dipende che dalla resistenza che oppone la forza di coesione a quella del calorico, e l' osservazione ci aveva già condotti a considerare queste due forze come opposte. Ma quando si cangia colla compressione la distanza che le molecole, obbedendo alla loro disposizione naturale, debbono avere tra esse, secondo l' azione del calorico che provano, abbandonano il calorico

ch' era in eccesso nella condizione in cui si trovavano, e la temperatura loro è tosto innalzata di tutto questo eccesso, fintantochè lo abbiano esse ceduto agli altri corpi, od abbiano potuto riprendere lo stato di dilatazione nel quale si trovavano in equilibrio di temperatura. Da ciò proviene il calor prodotto dalla compressione e dalla percussione.

Gli effetti che prodotti sono nei liquidi dal calorico, hanno in parte dell' analogia con quelli che si osservano nei solidi e in parte con quelli ancora che hanno luogo nei fluidi elastici. In questi però la compression dell' atmosfera è quella che sembra sostituita all' azion reciproca delle molecole, e che determina le proporzioni di calorico, secondo i cangiamenti di temperatura. Da questa stessa compressione dipende la temperatura a cui un liquido può pervenire innanzi di ridursi in vapore. Convien dunque in prima esaminare ne' fluidi elastici i rapporti che esistono tra la compressione e la temperatura, per distinguere gli effetti da quelli dell' azion reciproca delle molecole, e per tanto fa duopo riconoscere ciò che accade ai fluidi elastici, quando son essi sottomessi ad una compressione eguale, ma a differenti temperature, e quando provano una differente compressione, restando la temperatura sempre la stessa.

109. E' da molto tempo che i fisici han cer-

cato di determinare le dilatazioni che i gas provano coll' elevazione di temperatura; ma le opinioni eran rimaste dubbiose, attesa la diversità dei risultati delle loro sperienze. Un giovane chimico, Gay Lussach, i cui talenti mi sono in particolare d un gran soccorso, ha fissato le incertezze in una memoria che ha letta all' Istituto (1) e della quale mi accingo ora a darne l' estratto.

De Luc, comparando le altezze, trovate per mezzo del barometro, con quelle che geometricamente aveva misurate, ha trovato che verso la temperatura di 16 gradi e 3 quarti, che egli chiama temperatura fissa, l'aria atmosferica si dilata di un 215mo del suo volume per ogni grado.

Verso il 15° grado, il general Roy ha attribuito all' aria secca una dilatazione di un 172mo ed all' aria umida una dilatazione molto maggiore. Saussure osserva in tal proposito che quel fisico avendo introdotto nel suo apparato o dell' acqua liquida, o dell' acqua in vapore, ha confuso due cose ch' era essenziale di separare, cioè la conversione dell' acqua in vapor elastico e la dilatazione dell' aria unita a questo vapore. In conseguenza, di esperimenti fatti dal 6° grado fino al 22, egli fissa ad un 235mo la dilatazione dell'aria secca, e di quella ancora ch'è più o meno umida,

(1) Ann. de Chim. Therm. an. 10.

ma tenendo sempre l' acqua sua in perfetta dissoluzione, evitando inoltre diligentemente che formar si possano nuovi vapori.

Priestley è il primo che siasi occupato della dilatazione degli altri gas. Le sue sperienze però non offrono che dilatazioni relative differentissime le une dalle altre, e alle quali egli stesso non presta molta fiducia.

Guyton e Prieur in fine hanno attribuito a ciascun gas una dilatazione particolare e crescentissima approssimandosi al termine dell' ebollizione dell' acqua. Hanno eglino trovato, per esempio, che il gas azoto, da zero fino a 20 gradi, si dilata di un 588mo del suo volume per ogni grado; dai 20 fino ai 40, di un 108mo; dai 40 fin ai 60 di un 36mo, e dai 60 fino ai 80 in terzo. Ma questa progressione crescentissima e la differenza dei loro risultati debbono essere principalmente riferiti all'acqua ch'eglino avranno lasciata nel loro apparato, la quale, come ognun sa, prende tanto più facilmente lo stato elastico, quanto più s' innalza la sua temperatura. Sarà dunque accaduto alla temperatura di 80 gradi, che l' acqua convertendosi abbondantemente in vapore, avrà scacciato dall' apparato molt' aria, e che quindi si sarà attribuito all' aria rimasta una grandissima dilatazione.

Variazioni così grandi nei risultati dei fisici sulla dilatazione dei gas, sono appunto quelle

che hanno determinato Gay Lussac a trattare di nuovo quest' oggetto. Evitando egli ne' suoi apparati tutte le cause di errori ch' ha potuto prevedere, e particolarmente la presenza dell' acqua, ha egli riconosciuto che l' aria atmosferica, il gas ossigeno, idrogeno, azoto, nitroso, ammoniacale, acido carbonico, acido solforoso, acido muriatico, ed il vapore dell' etere solforico si dilatano egualmente per gli stessi gradi di calore, e che da zero fino agli 80 gradi, 100 parti di ciascuno dei gas permanenti prendono un accrescimento di 37,50 ovvero di un 213mo di volume per ogni grado.

Questo coefficiente un 213mo sembra differire ben poco da quello un 215mo di Deluc; ;ma Gay Lussac osserva che la differenza delle temperature da cui sono partiti, ne stabilisce una sensibilissima tra i loro risultati. Farà egli altrove vedere che i coefficienti variano colle temperature da cui si parte, e determinerà la legge delle variazioni.

Osservò egli ancora che approssimandosi al termine dell' ebollizione dell' etere, le condensazioni del suo vapore sono un poco più rapide di quelle dei gas, il che corrisponde alla maggiore dilatazione che i liquidi provano quando s' approssimano all' ebollizione, ed a quella che si lascia scorgere in alcuni liquidi che sono presso alla congelazione; ma l' effetto non è più sensibile alcuni gradi sopra di quello in cui si è fatto

il passaggio dallo stato liquido a quello di fluido elastico.

Priestley, Guyton e Prieur hanno trovato nel gas ammoniacale una grandissima dilatazione. Se si riceve direttamente in un apparato il gas ammoniacale proveniente dalla decomposizione del muriato d' ammoniaca per mezzo della calce ordinaria, si troverà egualmente una grandissima dilatazione. Ma in questo caso si osserverà sulle pareti dell' apparato, quando la temperatura si sarà abbassata, un poco di liquido ed alcune punte cristalline le quali sono del muriato, o del carbonato d' ammoniaca. Se si fa dimorare il gas sulla potassa caustica, prima d' introdurlo nell'apparato, si scorgerà ch' esso si dilata come gli altri gas; ma allora poi non si scorgerà nel recipiente nè liquido, nè molecole cristalline. Ciò prova che oltre ai liquidi fa d'uopo ancora scrupolosamente evitare, nelle ricerche sulla dilatazione dei gas, i corpi solidi che sono atti a prendere lo stato elastico alla temperatura a cui s' espongono.

Poichè nè la solubilità maggiore, o minore dei differenti gas, nè la maggiore, o minore loro densità sotto una stessa pressione e temperatura, nè la natura particolare dei gas e dei vapori, non influiscono punto sulla dilatazione loro, e ch' essa dipende unicamente dal loro stato elastico, si può generalmente concludere che tutti i gas e

tutti i vapori si dilatano egualmente per i gradi medesimi di calore.

Da ciò adunque vien confermato, che tutti i gas e l'aria atmosferica, che contengono più, o meno d'acqua in dissoluzione, sono ugualmente dilatabili. Saussure aveva già riconosciuto questa proprietà nell'aria atmosferica.

Tutti i gas essendo egualmente dilatabili per mezzo del calore, ed egualmente compressibili, ed essendo inoltre queste due proprietà dipendenti l'una dall'altra, i vapori che seguono le stesse leggi di dilatazione debbono essere ancora egualmente compressibili. Questa conclusione però non può essere vera che nel caso in cui i vapori compressi restino intieramente nello stato elastico, il che esige che la temperatura loro sia abbastanza innalzata affine che resistano alla pressione che tende a farli passare allo stato di liquidità.

110. Queste sperienze fanno vedere che l'azione reciproca delle molecole non ha più effetto alcuno sensibile nei gas, ma che essendo costante la compressione, le dilatazioni dalla temperatura prodotte, sono le stesse per tutti, e che tutti i liquidi che passati sono allo stato di gas, si trovano sottomessi alle medesime leggi; talmentechè la costituzione loro più non dipende che dall'azione del calorico e dalla resistenza della compressione. Lo sforzo elastico d'un gas per oc-

cupare il volume che conviene alla temperatura sua, accresce nel rapporto medesimo in tutti i gas ed in tutti i vapori (qualora essi effettivamente non possano ricevere questo volume), e l' effetto comparativo del calorico a differenti temperature, vien misurato dalla tensione che ne risulta nel fluido elastico. Ma se il volume può liberamente dilatarsi, la tensione resta la stessa, e tutto l' effetto del calorico si limita alla dilatazione del volume.

La temperatura adunque non s' innalza se non perchè la compressione s'oppone alla dilatazione, e perciò l' uno di questi due effetti può supplire all' altro. La compressione rimpiazza l' azion reciproca delle molecole; con questa differenza però, che agisce ella con una stessa forza per tutti i gas, e che gli effetti suoi sono uniformi e proporzionali all' intensità, laddove l' azione reciproca delle molecole varia in ciascuna sostanza.

III. Poichè la compression rimpiazza l' azione reciproca delle molecole, è chiaro che diminuendo la compressione senza cangiare la temperatura, si deve accrescere il calorico in proporzione della dilatazione del volume.

Se si dilata l' aria per mezzo d' una macchina pneumatica, dee dunque farsi un assorbimento di calorico proporzionale ai cangiamenti che prodotti sono nel volume dell' aria, perchè essa

possa mettersi in equilibrio di temperatura coi corpi circostanti. Nondimeno il termometro, immerso in quest' aria, non prova ch' un leggero abbassamento che sembra non corrispondere all' effetto sottoposto: ciò nasce perchè il cangiamento che indica il termometro, è dovuto alla distribuzione del calorico fra esso e le sostanze colle quali si trova in contatto secondo la massa loro rispettiva e la loro capacità di calorico. Quando s'immerge un termometro in un liquido, spezialmente quando la quantità del liquido è considerabile relativamente al termometro, l' influenza che ha per se stesso di dividere la sua propria temperatura con quella del liquido, è così picciola, ch' essa si può negligere senza che ne risulti alcun errore sensibile. Accade tutto al contrario, quando si fa l' esperienza coll' aria; questa, di cui 100 pollici cubi non pesano che circa 46 grani, si trova in contatto, non solamente col termometro che pesa altrettante volte più di essa, ma particolarmente con una grande circonferenza, di cui una parte è metallica, e quindi attissima a prontamente sottrarre il calore sprigionato. Non deve esservi adunque che una picciolissima parte dell' effetto del cangiamento suo di temperatura, che agisca sul termometro, e l' indicazione di questo si trova affetta di tutta la differenza che dipende dalla quantità dell' aria che assorbe del calorico, e dai corpi che glielo

somministrano. Non è dunque sorprendente che i grandissimi cangiamenti che si fanno in questo caso nelle proporzioni del calorico relativamente all' aria, non ne producano che di picciolissimi nella temperatura del termometro.

Al cangiamento notabile di temperatura che ha luogo nell'aria che si dilata per mezzo del tubo pneumatico, dobbiamo la formazione di quella nube di cui ci sono state date tante differenti spiegazioni, e che prontamente si discioglie, perchè l' aria riprende la temperatura dei corpi ambienti. Se l' abbassamento di temperatura non fosse molto maggiore di quello che si suppone, non sarebbe esso una causa sufficiente del fenomeno.

Quant'io dissi quì sulla dilatazione deve applicarsi agli effetti della compressione. Se dunque si comprime l' aria, sorte da essa una quantità di calorico ch' è proporzionale alla diminuizone del suo volume. (*Nota* IV.)

112. Tuttavia la quantità di calorico che si svolge colla compressione non segue già lo stesso rapporto di diminuzion di volume, di modo che il calorico è tanto più condensato in un gas, a temperatura eguale, quanto più il gas è compresso, e vedremo in appresso che lo stesso effetto sembra aver luogo in que' corpi solidi il

cui volume vien diminuito dalla compressione; (*Nota* V.)

Allorchè il gas è ristabilito nelle sue prime dimensioni in forza della diminuzione di compressione, riprende esso la quantità di calorico che convien alle sue dimensioni e ne toglie per ciò ai corpi vicini quella quantità che aveva abbandonato per la compressione.

Il calore che si sprigiona dai corpi solidi coi mezzi meccanici i quali ne ravvicinano le molecole, e quello che si spreme dai fluidi elastici colla compressione, essendo sempre un effetto del ravvicinamento delle molecole (*Nota* VI.) si scorge che la causa per cui lo strofinamento, l'agitazione e la compressione dei liquidi non producono un calore apprezzabile, e appunto quella di non esser essi sensibilmente compressibili.

113. Epiloghiamo ora tutto ciò che abbiamo detto fin quì, per determinare quale sia la differenza dell'azion del calorico sopra i corpi, secondo lo stato nel quale essi si trovano, e quali sono i fenomeni ch'esso produce nel loro passaggio dall'uno all'altro stato.

Fra i corpi solidi, liquidi ed aeriformi havvi questa differenza, che, nei primi, il calorico ha una proporzion determinata collo stato di dila-

tazione che essi provano in ragione della temperatura e dell' azione reciproca delle loro molecole. Quando un corpo diventa liquido, questo cesserebbe di continuare il suo effetto senza una compressione straniera; ma questa compressione mantiene le molecole ad una distanza in cui l' azion loro reciproca può ancora produrre un effetto. La diminuzione della resistenza permette al calorico d' accumularsi fino ad un certo punto, senza accrescere la temperatura; ed in questa diminuzione si trova la causa per cui i liquidi possono provare una dilatazione maggiore dei solidi ad eguali elevazioni di temperatura. In fine, continuando la resistenza ad indebolirsi, il calorico, divenuto preponderante, la distrugge intieramente, e si accumula fino al punto in cui l' elasticità che esso può comunicare al fluido elastico si trova in equilibrio colla compressione: questa è divenuta il solo ostacolo che, secondo la sua intensità, fa variare lo stato del nuovo gas.

In questa serie di fenomeni si trova una relazione costante tra le quantità di calorico e le condizioni sotto le quali si trova collocato il corpo che ne prova l' azione: la temperatura ch' esso riceve non corrisponde all' accumulazione di calorico, imperciocchè un corpo può

prenderne una grande quantità senza ch' essa cangi; la dilatazione n' è un più sicuro indizio; ma si vede ancora ch' essa non è porporzionale alla sua quantità, poichè è molto più considerabile nei fluidi elastici che nei liquidi, ed in questi più che nei solidi, e che finalmente nel passaggio d' uno stato all' altro essa partecipa di queste due condizioni. (*Nota* VI.) Il calorico che diventa latente nel passaggio d' un solido allo stato liquido, e d' un liquido a quello di fluido elastico, produce il suo effetto nei cangiamenti di stato contrarj, e, al pari di quel calorico ch' innalzava la temperatura e ch' era latente pei corpi ad uno stesso grado, affetta i corpi che sono ad una temperatura più bassa.

Un corpo solido può prendere una temperatura tanto più alta quanto ha meno di disposizione a liquefarsi, ovvero quanta maggior forza di coesione oppone all' azione del calorico, e la sua temperatura resta la medesima mentre esso entra in liquefazione. Tutto il calorico allora è impiegato a produrre il liquido.

Se le elevazioni di temperatura nei corpi solidi non dipendono che dalla resistenza che il calorico prova dall' azion reciproca delle molecole, e nei fluidi elastici della compressione a cui sono essi sottomessi, le due cause agiscono nei liquidi

Noi non possiamo, come nei solidi, accrescervi l' azione reciproca per mezzo della compressione, ma possiamo bensì diminuirne o farne disparire l' effetto, come nei fluidi elastici.

114. Gli effetti i quali, nelle circostanze da noi esaminate, sono dovuti ai cangiamenti di dimensione prodotti da una causa meccanica, o dall' equilibrio di temperatura, sono ancora i medesimi, quando derivano dall' azion dell' affinità; ma in questo caso non di rado si complicano con degli altri risultati dell' affinità; e quando questa ha poco energia, si trova nella sua integrità il rapporto della quantità del calorico colle dimensioni che prende una sostanza, e n' è un esempio l' evaporazione.

Se il raffredamento prodotto dall' evaporazione sembra maggiore con una sostanza svaporabilissima, come è l' etere, di quello che si ottiene per via della dilatazione d' un fluido elastico, egli è perchè l'effetto si concentra sul termometro: in sostanza esso è il medesimo o non havvi differenza che nella quantità della dilatazione.

Si può ancora, in una temperatura molto alta, produrre la congelazione dell' acqua, come ha fatto Cavallo, per mezzo d' una piccola quantità di etere. Se si riconducesse colla compressione il vapor dell'etere che si è formato, se ne sprigionerebbe tutta la quantità di calorico che aveva servito a dargli lo stato elastico, e con tutto ciò

il termometro non indicherebbe allora ch' una picciolissima parte di quest' effetto; cio saria dovuto al calorico eliminato il quale passerebbe in tutta la superficie dell' apparato, ed il termometro che non ne fa ch' una picciola parte, non sarebbe che debolmente affetto, mentre se si umettasse del liquido, dal termometro istesso i vapori riceverebbono direttamente il calorico. Ognun conviene che nell' evaporazione, il vapore che si forma colla dissoluzione nell' aria, contiene altrettanto calorico di quello ch' è prodotto per mezzo del calore: anzi Watt ha concluso dalle sperienze sue, che l' acqua tenuta in dissoluzione dall' aria, aveva più calorico latente che un egual volume di vapore; ma questa differenza non mi sembra dover esser attribuita che alle inesattezze inseparabili da questo genere di sperienze (*Nota* VII.).

115 L' osservazione dei fenomeni prova dunque che i principj enunziati (103) debbano applicarsi ai cangiamenti di dimensione prodotti nei corpi pel calorico, quando l' affinità non vi apporta ostacolo alcuno, e che havvi un rapporto costante tra le dimensioni ch' essi acquistano, secondo lo stato dell' azione loro reciproca, o della compressione che si sostituisce a quest' azione, come havvene una tra la loro capacità di calorico e lo stato nel quale essi si trovano. In quanto alla temperatura, essa è in rapporto cogli ostacoli che si oppongono all' azione espansiva del calorico.

Se si aumenta progresivamente il calore d' un corpo solido, esso giugne ad un grado in cui la forza di coesione è talmente indebolita, che più non può conservare lo stato suo, e prende quello di liquido o di fluido elastico, e se fin' ora alcuni corpi si sono sottratti da questa legge si deve attribuirlo all' impotenza de' mezzi impiegati per accumulare il calorico. Quando il calore ha disgiunto le molecole d' una sostanza al punto che l' affinità loro reciproca cede all' azion del calorico, questa sostanza prontamente ne assorbe una gran proporzione. Le sue molecole si combinerebbero senza interruzione, e formerebbono immediatamente un gas che si dilaterebbe con progressione crescente, conservando la medesima temperatura, se quest' effetto non fosse limitato dalla compressione dell' atmosfera la quale concorre con ciò ai risultati dell'azion chimica, e da quella inoltre dello stesso gas che si è formato; di modoche il calorico che innalza la temperatura al dissopra dell'equilibrio d'un sistema di corpi, non produce quest' effetto che in forza della resistenza ch' oppongono alla combinazione sua, l'affinità reciproca delle molecole e la compression dell' atmosfera. Il calorico che diviene latente in questi cangiamenti di stato, ricompaisce nel ritorno d' un fluido elastico allo stato liquido, e da questo allo stato solido. E' dunque chiaro che il calorico che diventa latente in una circostanza,

produce gli effetti termometrici in un' altra, e che questi sono differenti secondo la resistenza ch' esso prova, e variano nei differenti stati d'una sostanza e nel passaggio da uno stato all' altro (Nota VIII).

116. I corpi differiscono ancora per la proprietà di comunicare più, o meno facilmente il calore, e per la proprietà inoltre di giugnere più o meno prontamente all equilibrio di temperatura del sistema nel quale si trovano collocati, ovvero per la loro facoltà conduttrice. Ma è d' uopo, nel considerare questa facoltà comparativa, distinguere nei liquidi e nei fluidi elastici gli effetti dovuti al movimento che alle loro parti imprime il cangiamento di peso specifico, da quelli che dovuti sono all' immediata comunicazione, come più particolarmente farò osservare.

CAPITOLO II.

Dei differenti stati del calorico.

117. I risultati dell' azion del calorico, che sono immediatamente dedotti dall' esperienza, o da rigorosi ragionamenti, sono veri, indipendentemente dalle idee che ci possiam formare della natura del calorico, sia che riguardato venga come una

forza che conosciuta non è che per mezzo degli effetti suoi, oppure come una sostanza che esercita le proprietà che ad esso appartengono.

Nulla di meno importa alla teoria, per indicare i rapporti che le proprietà del calorico hanno tra esse, e per conoscere l' influenza che possono avere nei fenomeni complicati, il determinare le differenze che possono distinguere questa potenza da tutte quelle ch' entrano nell' azion chimica. Se si può provare che l' azion del calorico è analoga a quella d' una sostanza che entra in combinazion colle altre, si avrà non solamente questo vantaggio, ma quello ancora di far dipendere gli effetti suoi da una causa comune a tutti i fenomeni chimici, considerandolo solamente come un fluido eminentemente elastico ed atto a provare una condensazione indefinita. Non si tratta che di vedere se le spiegazioni stabilite su questa ipotesi vengano applicate esattamente ai fenomeni, solo metodo che impiegare si possa per un oggetto che fugge per se stesso dal peso e dalla misura, che sono i soli che possono certificare incontrastabilmente l' esistenza d' un corpo; e se dette spiegazioni corrispondono in una maniera soddisfacente, ognuno sarà autorizzato a non considerarlo che come una sostanza dotata della proprietà di entrare in combinazione colle altre, lasciando a parte delle discussioni inutili per la spiegazione dei fenomeni chimici,

le quali sarebbero interminabili, perchè non possono essere giudicate mai per mezzo della sperienza.

118. Per classificare gli effetti del calorico, vennero distinti il calorico sensibile dal calorico latente; il calorico specifico dal calorico assoluto, ed il calorico libero dal calorico combinato. Conviene riconoscere cosa esser vi può di reale nelle modificazioni del calorico che hanno condotto a queste distinzioni, ed esaminare ancora se possono esse tutte dedursi dalle proprietà della chimica combinazione.

Egli è al calorico libero che si sono attribuiti gli effetti ch' esso produce quando affetta i nostri sensi, o quando fa variare la temperatura e la dilatazione dei corpi. Questi sono stati rappresentati come una spugna i cui vuoti s' empivano del calorico che tendeva ad occuparli, mentre esso cercava di mettersi in equilibrio per una proprietà comune a tutti i fluidi. Nondimeno alcuni celebri fisici hanno riconosciuto l' azione d' un' affinità la quale tendeva a condensare il calorico, distinguendola eglino però dall' affinità chimica che produce le combinazioni, e dando ad essa il nome d' affinità fisica od affinità d' aderenza, o di coesione, ed attribuendo inoltre l' unione del calorico alla prima affinità, e l' unione del calorico combinato alla seconda (1).

(1) Pictet, Essais de Phys. p. 13.

Questa maniera di considerare l' azion del calorico, mi sembra poco conforme alle indicazioni dell' esperienza. E' facile convincersi che il calorico che produce degli effetti sensibili non corrisponde punto agl' interstizj che supporre si possono fra le molecole dei differenti corpi. La capacità di calorico d' un peso eguale d' acqua, cioè la quantità di calorico ch' essa può abbandonare, passando da un grado determinato di temperatura ad un altro, paragonata a quella dell' alcol, è nel rapporto di 1000:678 (1); le dilatazioni che una stessa quantità di calor produce nel volume di un gas, sono incomparabilmente maggiori di quelle che provano i liquidi, e soprattutto i solidi, nè havvi alcun rapporto tra le dilatazioni e le quantità di calorico che assorbite vengono.

Per produrre lo stesso effetto, il calorico si combina in differenti proporzioni colle differenti sostanze in ragione dell' affinità che il detto calorico ha per queste, e non in ragione degl' interstizj che esso vi ritrova.

119. La differenza che esiste tra il calorico che si considera come libero, e quello che si chiama combinato, non autorizza già ad attribuire lo stato loro a due affinità distinte, essendochè noi abbiamo veduto nel precedente capitolo, che

(1) Mém. sur la chaleur.

il calorico non alzava la temperatura d'un corpo se non perchè trovava un ostacolo che lo impediva di dare ad esso le dimensioni ch'erano necessarie per mantenere una tensione eguale a quella dei corpi vicini. La sola differenza che havvi adunque tra il calorico che si riguarda come combinato, e quello che vien distinto col nome di calorico libero, consiste in questo, che l' uno produce una saturazione, il cui equilibrio non cangia nelle date circostanze, mentre l' altro all' incontro si trova in un altro grado di tensione, a cagione delle forze che si oppongono ad una dilatazione proporzionata alla quantità sua, e che per conseguenza è più disposto ad entrare in altre combinazioni che non sono ad uno stesso grado di saturazione. Se si toglie quest' ostacolo, l' eccesso di saturazione scomparisce, ed il calorico che si riguarda come libero diventa latente.

Tostochè il calorico produce un effetto sopra un corpo che alcun cangiamento non prova nello stato suo di combinazione, aumenta esso le sue dimensioni; accresce la distanza delle sue molecole, e supera l' affinità loro reciproca: sforzo che certamente è immenso, se si paragona alle forze meccaniche che si possono attribuire a delle parti estremamente sottili e di una grande mobilità, e che non presenta alcuna analogia con quella forza possente che produce le combina-

zioni chimiche. Nell' unione ch' esso contrae, segue le stesse leggi che abbiamo osservate in quelle degli acidi, e che riscontransi generalmente in ogni specie di combinazione, con questa differenza però, che l' affinità sua si misura con tutti i corpi che si trovano in un sistema esposto ad una stessa temperatura, cioè a dire che pervengono ad uno stesso grado di saturazione, mentre un acido non stabilisce il suo equilibrio di saturazione che cogli alcali; inoltre trova esso, relativamente alle altre sostanze, nella forza di coesione o nell' elasticità che deve vincere, ed in quelle che gli appartengono, una resistenza che non può sormontare. Andiamo ora ad assicurarci di ciò colla comparazione degli effetti.

Nel modo stesso che si rendono necessarie quantità differenti dei medesimi acidi, per produrre il medesimo grado di saturazione con differenti basi alcaline, si rendono necessarie egualmente quantità differenti di calorico per produrre il grado stesso di saturazione nei differenti corpi, ovvero, il che è lo stesso, per innalzarli da una medesima temperatura ad un' altra determinata.

Il calorico specifico, ossia la quantità comparativa di calorico che può produrre uno stesso effetto, uno stesso grado di saturazione con differenti corpi, corrisponde adunque alla quantità

d'uno stesso acido ch' è necessario per produrre uno stesso grado di saturazione, la neutralizzazione, per esempio, con differenti basi, o colla quantità di differenti acidi che abbisogna per produrre quest' effetto con una stessa base. Ma tutta l' acidità necessaria per produrre la neutralizzazione può essere determinata, quando in vece non si può che comparare le quantità di calorico cogli effetti costanti ch' esse producono in una sostanza che serve per oggetto di comparazione.

Un acido diventa latente in una combinazione; l' acidità sua ricomparisce quando un' altra sostanza divide l' azione ch' esso esercitava sulla base colla quale era combinato senza concorso.

In tal guisa il calorico sensibile è quello che passa da una combinazione in un' altra che non è allo stesso grado di saturazione; vi si stabilisce un equilibrio di saturazione, e le proporzioni che sono necessarie per quest' effetto dipendono dalle affinità sì pel calorico che per un acido, e dalla quantità inoltre ponderale della base. L' uno e l' altro diventano latenti fino a tanto che una forza superiore gli obbliga a passare in un' altra combinazione, o piuttosto a subire una nuova divisione. Il combinato prende allora delle qualità che dipendono dalle proporzioni che lo compongono, e le forze antagoniste si saturano secondo l'elemento che prevale;

ma siccome poi l' alcalinità è la forza antagonista d' un acido, così la forza di coesione è l' antagonista del calorico.

120. Il calorico latente è dunque quello il quale, nelle circostanze medesime, conserva lo stato suo di combinazione; ma in altre circostanze può anch' esso divenire calorico sensibile. Ora non essendo il calorico specifico se non che la quantità di calorico che può divenire sensibile, abbandonando una combinazione in un'estensione determinata della scala termometrica, comparata a quella ch' abbandona un' altra combinazione in questa medesima circostanza, non differisce essa perciò dal calorico latente che per via della saturazione comparativa che l' uno e l' altro producono.

Procurandosi la liquidità ai corpi solidi, il calorico mette le loro parti in istato di esercitare l' affinità loro reciproca. Egli è appunto in questa guisa che i corpi solidi e non solubili nell'acqua diventano capaci, colla fusione, di formare una sostanza vetrosa ch' è omogenea, e che può prendere la forma cristallina determinata dalla figura delle sue parti, quando la temperatura s' abbassa, cioè a dire quando l' azione sua diminuisce, come accade nelle dissoluzioni per mezzo dell' acqua.

Come un liquido può disciorre una quantità di due sostanze saline maggiore della quantità di

una sola, perchè l'azion mutua di queste due sostanze concorre con quella ch'esso esercita, così il calorico liquefà più facilmente due corpi solidi le cui parti esercitano un' affinità reciproca, di quello che non farebbe se esso agisse sopra questi corpi isolati, come si vede nelle leghe che sono più fusibili dei metalli che le formano, e come si osserva inoltre nella vetrificazione in cui le terre non vetrificabili servono di fondenti ad altre terre che sole resisterebbero egualmente al grado di calore che allora produce la vetrificazione.

Quando dunque il calorico procura la liquefazione dei corpi solidi, sia immediatamente o per l'azione intermediaria d'un liquido, agisce esso come i dissolventi, e sotto questo punto di vista può loro essere assimilato. Al par di essi non opera la liquefazione reciproca se non che col diminuire l'effetto dell' affinità delle parti di ciascun corpo con un effetto analogo d'affinità. Quanto più si trova esso soprabbondante in una combinazione, tanto più le proprietà sue prevalgono, e tanto più la sostanza diviene elastica. Allora l'azione sua diventa nocevole alla combinazione di questa sostanza con un' altra che non acquista la stessa elasticità, e può essere considerata come un dissolvente che opera la separazione di due sostanze.

121. Prima che il calorico giunga a distruggere la forza di coesione, o giunga a separare una so-

stanza colla volatilità che ad essa comunica, è d'uopo che la quantità sua siasi accresciuta fino ad un certo termine: allora egli subitamente si accumula (115), e mentre l'azione sua cede a quella delle forze opposte, i corpi si trovano con esso nelle medesime proporzioni.

Se noi portiamo l'attenzion nostsa sulla stessa liquefazione prodotta per mezzo d'un dissolvente, noi vi riscontriamo tosto degli effetti simili.

L'acqua comincia dal combinarsi con un solido, fin a tanto che la forza sua di coesione sia abbastanza indebolita. Allora il solido si discioglie subito, e prende immediatamente lo stato liquido, senza passare per stati intermediarj: un altro liquido si discioglie in ogni proporzione, qualora il peso suo specifico non vi metta ostacolo. Ma quanto più l'acqua è abbondante, tanto meno quella ch'è superflua s'attiene alla combinazione. Se poi coll'evaporazione, o coll'azion d'un altra sostanza, l'acqua si separa dalla dissoluzione, allora il corpo solido riprende lo stato suo, ritenendo la stessa quantità d'acqua che aveva al momento in cui passò allo stato liquido.

Se non si vuol riguardare questa conformità tra le proprietà del calorico e quelle d'una sostanza che subisce una combinazione, come una prova rigorosa dell'esistenza sua sostanziale, non si potrà almeno non convenire che l'ipotesi dell'esistenza sua non ha alcun inconveniente

ma che anzi ha il vantaggio di non introdurre nelle spiegazioni dei fenomeni che principj generali ed uniformi.

122. Quantunque il calorico specifico d' una sostanza abbia una relazione costante colle dilatazioni ch' esso prova a temperature differenti, e quantunque sia probabile che una ve ne esisti tra le dilatazioni delle differenti sostanze ed il loro calorico specifico, si ignora però ancora quale essa possa essere nella maggior parte delle circostanze. Si vede soltanto che le dilatazioni dei fluidi elastici indicano meno calorico specifico di quello che ne indicano le dilatazioni dei liquidi, e quelle di questi meno di quelle dei solidi: in tal guisa la condensazione d' un metallo è accompagnata da uno svolgimento di calorico molto maggiore d' una condensazione simile in una stessa quantità ponderale d' un gas.

Sembra dunque che quanto più aumenta la condensazione d' una sostanza sia tanto più grande, la quantità di colorico che se ne separa da un medesimo cangiamento di dimensione, o in altri termini, che il calorico sia tanto più condensato, quanto più la sua quantità diminuisce; il che è conforme all' azion crescente delle affinità quando la proporzion diminuisce.

Tutta la quantità di calorico che può formare il calorico specifico sembra aver dunque una re-

lazione costante collo stato di espansione d' una sostanza, ma non col suo calorico assoluto. Per esempio, il calorico specifico del vapor dell'acqua non ha relazione alcuna con quello dell' acqua: quando il vapore è ridotto in liquido, non se n' è sprigionato che il calorico che il riduceva nello stato gasoso, e tutto quel calorico che appartiene all' acqua non influisce punto sopra questo fenomeno. Lo stesso si dica del calorico che l' acqua può abbandonare finchè sia ridotta allo stato di ghiaccio, e che forma il calorico specifico dell' acqua. Ma il ghiaccio può ritenere, e probabilmente ritiene, una quantità di calorico molto maggiore di quella che si è sprigionata dallo stato di vapore fino a quello della congelazione. E poichè l' azione chimica s' accresce a misura che la proporzione d' un elemento diminuisce, bisogna adunque ch'esso si trovi molto più condensato di quello che costituiva il vapore.

Havvi questa differenza, sulla quale insisterò altrove, tra le sostanze solide e liquide, ed i fluidi elastici, che quando questi subiscono una forte combinazione, provano essi una condensazione molto maggiore. Tale condensazione deve essere incomparabilmente maggiore nel calorico che nelle altre sostanze che ad esso unicamente debbono il loro stato elastico.

Se il calorico non fosse più condensato nei corpi a misnra che le molecole loro si ravvici-

nano, o piuttosto se quello che è il più vicino a ciascuna molecola non fosse in uno stato di condensazione maggiore di quella che vi si trova ad una maggiore distanza, i calorici specifici dovrebbero essere proporzionali alle dilatazioni. Da ciò adunque si comprende come la quantità sua dee sempre corrispondere al volume od al peso specifico d'un medesimo corpo, qualora la tensione sua resti sempre la stessa; poichè avendo il calorico la proprietà di combinarsi con tutti i corpi, abbandona il corpo le cui molecole si ravvicinano, (a motivo che ne è in certa maniera scacciato dall'altro calorico che si trova attorno alle molecole in istato di condensazione, stato determinato dalla loro azione), per produrre negli altri corpi una dilatazione mediante la quale si trova di nuovo esso calorico in quello stato di condensazione che conviene all'azione che prova.

123. Fin quì non ho considerato il calorico che negli effetti che produce sopra i corpi, e per conseguenza nelle circostanze soltanto in cui esercita un'azione sopra di essi. Ho fatto vedere che quest'azione era perfettamente analoga a quella d'una sostanza che si combina. Ma l'elasticità di cui è dotato in un grado eminente, gli dà una proprietà che lo distingue dalle combinazioni nelle quali questa forza non contribuisce punto agli effetti. Di tale elasticità possiamo

formarsi un idea, considerando quanto accade in una debole combinazione d'una sostanza elastica, come, per esempio, in una dissoluzione d'acido carbonico per mezzo dell' acqua, tanto più ch' è il calorico stesso quello ch' è il principio di siffatta proprietà in tutte le sostanze che la possedono.

Se dopo aver saturato l' acqua d' acido carbonico ad una data pressione dell' atmosfera, si minora questa pressione, una porzione dell' acido carbonico fugge tosto, e riprende lo stato elastico. Lo svolgimento di questo gas ha luogo egualmente se si aumenta l' elasticità sua innalzandosi la temperatura. Quanto più saranno energiche queste due cause di separazione, tanto maggiore sarà la quantità dell' acido carbonico che riprenderà lo stato elastico.

Lo stesso fenomeno ha luogo nel calorico combinato con una sostanza. Se le circostanze che sono necessarie perchè un corpo riscaldato prenda un certo grado di temperatura, vengono ad indebolirsi, una parte del calorico fugge e conserva lo stato suo elastico, finattantochè lo perda combinandosi con un corpo; nel primo caso è desso il calorico radiante, le proprietà del quale vado ora ad esaminare.

124. Il calorico radiante che Mariote fu il primo che cominciò a scorgere, venne assoggettato all' esperienza da Lambert sotto il nome

di calore oscuro; Schéele lo distinse più particolarmente sotto il nome di *ardore radiante* (1); Saussure se ne occupò in appresso (2); ma Pictet (3) è quegli che specialmente ne ha fatte conoscere le proprietà per mezzo di sperienze ingegnosissime.

Schéele osservò che il calorico radiante viene riflesso dagli specchi metallici, i quali nessun calore ricevono dall' azione sua, ma che si riscaldano se si annerisce la superficie loro; osservò ch'esso calorico radiante viene assorbito dal vetro che non trasmette che la luce, la quale può in appresso essere riflessa senza calore da uno specchio metallico che l' aria non riceve punto calore, nel tempo che un corpo riscaldato gliene comunica; che per questa ragione il fiato d' una persona collocata in una corrente di calorico radiante è visibile in inverno, quantunque una temperatura molto meno sensibile la renda invisibile in estate; che per ciò appunto una corrente d' aria non viene in alcun modo affetta dal calorico radiante; talmentechè la fiamma d' una lucerna vi conserva la direzione sua e non produce nelle ombre quella ondulazione che eccita un corpo caldo col quale si trova ella in contatto.

(1) Traité chim. de l'Air et du Feu, p. 118.
(2) Voyages dans les Alpes, tom. IV, édit. in 8.
(3) Essais de Phys.

Il calorico radiante fugge adunque dai corpi riscaldati e collocati nell' atmosfera senza produr luce, ovvero si confonde con essa. In quest' ultimo caso viene egli riflesso dagli specchi metallici colla luce; ma viene anche assorbito dagli specchi e dalle lenti di vetro che non riflettono, o non trasmettono che luce, fintantochè il vetro non sia talmente riscaldato da dare esso medesimo del calorico radiante.

Quando dunque Pictet provò le variazioni d'un termometro esposto in un recipiente all' influenza d' una candela, non fu già il calorico radiante trasmesso direttamente dalla candela quello che produsse le variazioni, ma fu bensì il calorico radiante che procedeva dal vetro riscaldato, ed è con questa modificazione che bisogna adottare i suoi risultati.

Il calorico radiante vien per ciò assorbito, dopo delle riflessioni più o meno moltiplicate per via della superficie dei corpi circostanti, più prontamente dagli uni, per esempio dei corpi neri; più lentamente dai corpi bianchi. Il liscio delle superficie contribuisce anch'esso alla riflessione sua, ed allora sembra che venga intieramente riflesso dai corpi metallici. Finisce egli col combinarsi intieramente se i corpi vicini pervengono ad un perfetto equilibrio di temperatura e non produce qualche effetto sopra essi se non in forza della sua combinazione.

Se al contrario quest' equilibrio è rotto, una parte del calorico combinato nei corpi i più caldi, si svolge sotto la forma di calorico radiante, e va a combinarsi coi corpi d' una temperatura inferiore. Una conseguenza di quest' effetto, come lo fece vedere Pictet, è che un corpo freddo collocato nel foco d' uno specchio concavo metallico, produce un abbassamento nel termometro che è stato posto nel foco d' un altro specchio concavo che si trova dirimpetto al primo, come se lo stesso freddo potesse venir riflesso. Il medesimo Pictet pruova che l' uno e l' altro effetto non differiscono che per la direzione secondo la quale l'emanazion del calorico si muove, e secondo il grado di tensione che ha desso nei corpi, talmente che, per opera delle circostanze, un effetto diventa l'inverso del primo. Lo stesso dotto fisico ha osservato inoltre le differenze che presenta il calorico radiante nel voto, nel vapor dell' acqua, e nel gas dell' etere solforico. Non ne ha trovate che nell' intensità di questa proprietà, ch' è un pò maggiore nel voto che nel vapore dell' acqua, ed in questa più che nel gas etereo. Si può dunque riguardare come una proprietà generale dei gas di dare un libero passaggio al calorico radiante, e sembra che quant' è più grande l' espansione loro tanto più manifestino questa proprietà; con tutto ciò non si dee considerarla come assoluta.

Al contrario, i liquidi non sembrano permettere la trasmissione del calorico radiante, o almeno viene esso sì prontamente assorbito, che quest' effetto può essere considerato come nullo, e la tensione del calorico che è in ragione diretta dell' elevazione di temperatura, ed inversa della capacità del calorico, non dev' essere considerata nei liquidi, ed a più forte ragione nei solidi, che come una sola tendenza all' equilibrio di saturazione.

128. Risulta dalla proprietà che l' aria possede, (al pari degli altri gas, secondo l' osservazione di Schéele) di non combinarsi col calorico radiante che, quando si fa nell' aria una combustione ovvero uno svolgimento di calorico dovuto ad un'altra causa, non havvene che una parte sola che sia immediatamente impiegata a rialzare la temperatura sua; di maniera che un termometro esposto all' influenza del calorico radiante, può qualche volta ingannare sulla temperatura dell' aria, poichè può esso assorbire il calorico radiante che non si combina con l' aria.

Non è che al calorico radiante che far si possa un' applicazione rigorosa della denominazione di calorico libero; ma denominandolo così, non bisogna perdere di vista ch' esso non produce un effetto reale sui corpi, se non che all' atto ch'entra in combinazione con essi, e che l' esistenza sua non è ancora provata che ne' fluidi elastici.

CAPITOLO II.

Dell' azion della luce e del fluido elettrico.

126. La luce contribuisce di molto ai fenomeni chimici, determina molte combinazioni, ed è prodotta per mezzo di molte altre. Essa è dunque uno degli agenti di cui convien riconoscere le proprietà caratteristiche. Si deve però sempre distinguere le conseguenze ove l' osservazione e l' analogia conducono relativamente agli esseri che non possono essere sottomessi al peso e alla misura, dalle determinazioni che appoggiate sono su questa base invariabile.

Quando i corpi cangiano dimensione, prendono essi od abbandonano del calorico, secondo che le nuove dimensioni loro sono più ristrette o più estese. Se tali cangiamenti si fanno con rapidità, sono essi accompagnati non solo da calore, ma da luce ancora; così il ferro diventa caldo e luminoso con una viva percussione, il muriato ossigenato di potassa detona col solfo e gli altri corpi facilmente combustibili, per mezzo d' una semplice percussione, e se ne svolge molta luce; un miscuglio di ferro e di solfo, convenientemente umettato fa perdere la sua elasticità al gas ossigeno, e secondo che l' assor-

bimento è più, o meno pronto, più, o meno abbondante, non si svolge che un calore appena sensibile, ma prolungato, ovvero un calore più vivo, o in fine una combustione accompagnata da molta luce, ed i risultati, più, o meno lenti, sono i medesimi.

È mutile d' accumulare dei fatti sì notorj, per trarne le conclusioni ch' essi presentano, e che si riducono, combinandole con quelli che sono stati esposti precedentemente; 1. che quando le dimensioni d' un corpo diminuiscono, il calorico che eccede la proporzione ch' esso dee contenere, passa in combinazione nei corpi vicini, producendovi la dilatazione che esige l'introduzione sua, secondo la quantità e la capacità di questi corpi; 2. che se il fenomeno ha luogo in un gas, una parte del calorico prende lo stato di calorico radiante, che passa in appresso in combinazione, tanto coi corpi liquidi, quanto coi corpi solidi: 3. che, in quest' ultimo caso, se la quantità del calorico eliminata è considerabile, o piuttosto se l' eliminazione è rapida, si svolge più o meno luce; 4. che le combinazioni producono in ciò degli effetti analoghi a quelli della compressione meccanica; ma questi effetti sono ordinariamente molto più considerabili, perchè la potenza dell' affinità è molto più energica delle potenze meccaniche, che sono a nostra disposizione, o che noi possiamo osservare; nondimeno

siccome l'azione dei due elementi d'una combinazione sopra il calorico può variare notabilmente secondo quella che l'uno e l'altro potevano esercitare nello stato isolato, e secondo l'affinità loro reciproca, così i risultati della combinazione possono essere differentissimi, e non corrispondere punto all'energia che la produce.

127. Secondo questa teoria adottata dal maggior numero dei chimici, la luce può fissarsi nei corpi, e così riprendere le proprietà del calorico combinato. In fatti, i corpi colorati, e specialmente se sono neri, si riscaldano assorbendola; i corpi bianchi si riscaldano molto meno, perchè la riflettono; i vetri la trasmettono nella maggior parte, ma ne assorbono una picciola quantità, e prendono per conseguenza un poco di calore; quand'essa è raccolta in un foco di lenti, o riflessa in quello degli specchi concavi, essa produce tutti gli effetti del calorico accumulato per qualunque siasi altro mezzo, con questa differenza che i corpi ne subiscono tanto più l'effetto, quant'essi sono più opachi o più colorati.

Questa differenza nel modo di comunicazione fra il calorico e la luce, si fa rimarcare in un'esperienza indicata da Schéele: „ Esponendosi, dice „ egli, ai raggi solari due termometri eguali, uno „ ripieno di spirito di vino colorato d'un rosso „ carico, e l'altro di spirito di vino non colo„ rato, il liquor rosso s'innalzerà più pronta-

„ mente del bianco; ma se voi mettete questi
„ due termometri nell' acqua calda, i loro liquori
„ s' innalzeranno ad un tempo stesso. „

In egual modo il calorico radiante diviene calorico combinato, quand' è fissato; ma ciò che lo distingue dalla luce, si è che assorbito viene più facilmente, e per mezzo dei corpi che trasmettono la luce. I vetri ed i liquidi trasparenti non danno passaggio al calorico radiante, ma uno ne danno alla luce (124). Sembra dunque che ammetter si debba questa distinzione tra il calorico radiante e la luce: che il primo cioè posseda in grado minore le qualità d' una eminente elasticità, ovvero che dotato sia d' una minore velocità. Questa differenza non dipende che dalle circostanze dell'emissione loro, imperciocchè l' uno può prendere la natura dell' altra, e possono in appresso riempiere le funzioni del calorico, quando obbediscono all' azione de' corpi; ma l' uno e l' altra non producono alcun effetto che in forza della loro combinazione.

128. Se l' osservazione indica che il calorico radiante e la luce, allorche si fissano nei corpi che alcun cangiamento non provano nella loro combinazione, fanno le funzioni di calorico, perdendo le proprietà che li caratterizzano; se, per conseguenza, vi è ragion di riguardarli come una sola e medesima sostanza che non differisce che per lo stato nel quale essa si trova, è però vero

che havvi ancora alcune combinazioni chimiche che sembrano provare degli effetti differenti per parte della luce e del calore, per lo che c' indurrebbero quasi a considerarli come sostanze distinte. Perciò, quando l' acido nitrico viene esposto alla luce, se ne sprigiona del gas ossigeno, e si forma così del gas nitroso; il calore, al contrario, svolge il gas nitroso dall' acido nitrico. L'acido muriatico ossigenato abbandona l' ossigeno suo per l' azione della luce, e può per quella del calorico essere distillato senza decomposizione. Gli effetti prodotti nelle altre combinazioni sembrano gli stessi: per esempio, quando s' espone all' azione della luce una dissoluzion di prussiato di potassa, nella quale sia stato mescolato un po' d' acido, la dissoluzione è prontamente decomposta; una parte dell' acido prussico è sprigionata, perchè riprende essa lo stato elastico; un'altra parte si precipita in prussiato di ferro. Quando si fa subire l' ebollizione a questa dissoluzione, essa subisce la stessa decomposizione; ma se non riceve che la temperatura che presa avrebbe coll' azione della luce, non prova essa cangiamento alcuno.

Bisogna esaminare quali siano le circostanze che produr possono questi effetti, che talvolta non annunziano ch' una differenza nell' energia dell' azione della luce e del calore, e che talvolta sembrano provare che havvi tra esse una

distanza maggiore. Conviene perciò seguirne alcuni nelle loro individuazioni, comparando i due agenti che li producono.

129. Noi dobbiamo al celebre conte di Rumford delle sperienze interessantissime sugli effetti della luce solare, e del pari sopra quelli del calore (1).

Io dividerò queste sperienze in due classi; quelle nelle quali egli ha prodotto colla dissoluzione dell'oro un color di porpora, e colla dissoluzione d'argento un color giallo bruno, e quelle nelle quali ha ottenuto una riduzione di questi metalli.

Egli ha dunque impregnato di dissoluzione d'oro della seta bianca, della tela di lino e di cotone, e della magnesia bianca, ed esponendo queste sostanze alla luce del sole o al calore d'una candela, hanno esse preso un bel color di porpora; ma nell'oscurità non hanno esse subito cangiamento alcuno. Quand'esse non erano umide, il calore e la luce vi producevano poca alterazione; ma umettandole, tosto l'effetto aveva luogo.

Colla dissoluzione d'argento le stesse sostanze prendevano una tinta di giallo-bruno, ma esse non acquistavano colore alcuno nell'oscurità senza calore.

(1) Philosop. papers. vol. 1.

Io stesso ho fatto sul muriato d'argento alcune sperienze che possono rischiarare questi risultati. Schéele aveva osservato che il muriato d'argento, ricoperto d'acqua ed esposto alla luce, abbandonava dell'acido muriatico, di modo che l'acqua che galleggiava formava colla dissoluzione d'argento un nuovo precipitato di muriato; ma aveva egli supposto che l'argento si fosse annerito, poichè la luce lo aveva ravvicinato allo stato metallico dandogli del flogisto. Per ispiegare gli effetti della luce in una maniera più conforme all'osservazione (1), io aveva presunto che il muriato d'argento lasciasse esalare il suo ossigeno, allorchè si esponeva alla luce, come fa l'acido muriatico ossigenato, che prendesse un calor nero avvicinandosi perciò allo stato metallico, e che abbandonasse l'acido muriatico col quale, in tale stato, più non poteva restare in combinazione. Ho sottoposto quest'antica congettura all'esperienza.

Il muriato d'argento coperto d'acqua, poi esposto ai raggi del sole per molti giorni, non ha lasciato svolgere a principio che alcune bolle che sembravano non essere dovute che all'aria aderente al muriato d'argento, scacciata dall'acqua, imperciocchè, passato il primo effetto, più non si è sprigionato gas, quantunque la quan-

(1) Journ. de Phys. 1786.

tità di muriato d' argento fosse abbastanza considerabile, e siasi dovuto agitarlo più volte affine di rinnovarne la superficie esposta ai raggi solari. L' acqua ch' era diventata acida, faceva rossa la carta tinta col tornasole, senza distruggere il suo colore. Essa dunque non conteneva acido muriatico ossigenato; saturata colla soda, ha dato del muriato di soda per mezzo dell' evaporazione. Il muriato annerito dalla luce si discioglie totalmente nell' ammoniaca come quello che ha conservato la sua bianchezza.

Senza fondamento io aveva dunque supposto che in questo caso l' ossigeno fosse determinato dall' azione della luce a riprendere lo stato elastico, e ad abbandonare il metallo.

In sulla sabbia e in una piccola storta di vetro, ho esposto al calore il muriato d' argento annerito per mezzo della luce: esso si è fuso combinandosi col vetro; non si è sprigionato ossigeno, ma dell' acido muriatico. Ad un calore men forte è stato sottomesso del muriato d' argento che provato non aveva l' azion della luce. Si è osservato ch' esso anneriva prima d'entrare in fusione, e che se ne sprigionava nello stesso tempo un poco d' acido muriatico, ma non ossigeno. Sembra dunque che la luce non faccia che occasionare la separazione d' una porzione d' acido muriatico ch' è combinato nel muriato d' argento, e che il calore soltanto possa produrre il medesimo effetto.

Del muriato d' argento lasciato in un luogo oscuro, ma esposto ad una corrente d' aria, si è prontamente annerito come se sofferto avesse l' azione della luce. L' aria ha dunque favorito lo svolgimento di quella parte d' acido muriatico che deve separarsi e affinchè il muriato d' argento prenda un color nero, e questa separazione può essere l' effetto di cause differentissime.

Havvi apparenza che il muriato d' oro provi lo stesso effetto del muriato d' argento, e che la luce, al pari del calore, ne separi una parte dell' acido, ma che l' intermezzo dell' acqua favorisca quest' effetto, giacchè le sostanze secche non hanno preso il color di porpora. Il colore che prendono le combinazioni dell' oro e dell' argento, è quello stesso degli ossidi di questi metalli quand' essi dominano: il che serve a spiegare l' osservazione di Rumford, che i colori cioè che si ottengono, rassomigliano a quelli degli smalti nei qualli si fanno entrare questi ossidi.

130. Io passo alle sperienze colle quali Rumford, diretto da quelle che precedentemente fatte aveva Mistriss-Fulhame, ha ottenuto la riduzione dei due metalli. Ha esposto egli alla luce del sole una boccetta che conteneva dei pezzi di carbone ed una dissoluzione d' oro: tosto l' oro è stato completamente ridotto. La dissoluzione d' argento ha provato un' eguale riduzione. I metalli formano uno strato lucente sopra il vetro a cui s' appli-

cano, ovvero si depongono in pellicole ed in cristalli alla superficie del carbone. Delle boccette simili vennero rinchiuse entro dei cilindri di latta, i quali esposti furono al calor dell' acqua bollente; il risultato fu il medesimo: sicchè il calor della ebollizione dell' acqua produsse un effetto simile a quello dei raggi del sole; ciò ch' è contrario all' idea che Rumford s' era formata dell' alta temperatura che la luce può comunicare alle molecole sulle quali essa porta l' azione sua, come egli stesso l' osserva con quel candore che è tutto proprio di lui.

Ho ripetuto queste sperienze sulla dissoluzione d' argento, adattando alla boccetta un tubo per esaminare il gas che potrebbe svolgersi, ed ho ottenuto nell' una e nell' altra circostanza un miscuglio di gas nitroso e d' acido carbonico: ho egualmente esposto all' azion della luce ed a quella dell' acqua bollente, dell' acido nitrico nel quale io messo aveva de' frammenti di carbone: nell' una e nell' altra prova si sono egualmente svolti del gas nitroso e dell' acido carbonico.

131. Rumford ha sottoposto all' azion della luce la dissoluzione del muriato d' oro nell' etere, ed ha osservato ch' essa prontamente rendeva all' oro lo stato metallico, mentre questa dissoluzione si conservava nell' oscurità senza provare alcuna alterazione. La dissoluzion d' oro e quella d' argento, mescolate coll' olio di terebintina e

quello d' oliva, esposte in seguito all' azione o della luce o a quella del calore, si sono egualmente ridotte; ma l' alcool non ha potuto produrre l' effetto degli olj, e le dissoluzioni che sono state mescolate con esso si sono mantenute nell' una e nell' altra prova.

Gli olj si sono colorati per l' azione che esercitata hanno in questa riduzione. Si vede facilmente che l' idrogeno degli olj ha prodotto qui, gli stessi effetti che il carbone prodotti aveva nelle precedenti sperienze, e da cio deriva che gli olj hanno provato il cangiamento che si osserva in tutte le circostanze in cui essi perdono una porzione d'idrogeno, ed in cui il carbonio diviene predominante. Rumford non ha potuto osservare la stessa alterazione nell'etere, perchè, com'esso contiene meno proporzion di carbonio, così può sopportare una maggior perdita d' idrogeno, senza prendere sensibilmente una maggiore consistenza, e specialmente senza colorarsi.

Mi sembra dunque che nelle prime sperienze di Rumford, il metallo sia rimasto nello stato d' ossido, e che non abbia fatto che perdere una parte del suo acido il quale per unirsi all' acqua lo ha abbandonato o per via della luce o per quella del calore. La porzion d' acido che vi è rimasta è stata un ostacolo alla riduzione del metallo, per la stessa ragione che una sostanza terrosa e vetrificabile impedisce coll' azione sua

agli ossidi di ridursi, quando entrano negli smalti o nè vetri; è dunque il concorso d' un' affinità quello che impedisce che l' ossigeno non abbandoni in queste circostanze l' ossido d' oro e d' argento, quantunque esso non vi sia che debolmente ritenuto. Con tutto ciò ad un' alta temperatura, queste affinità ausiliarie non sono sufficienti; per lo che avviene che i colori, dovuti all' ossido d' oro, sulle porcellane sono più cancellabili di quelli degli altri ossidi, e non possono sopportare le operazioni che esigono un gran fuoco (1).

Nelle ultime sperienze, l' ossido è stato ridotto dal carbone e dall' idrogeno dell' etere e degli olj, e la luce, al pari del calore, ha favorito questa riduzione. Tale effetto però è limitato, e non si ottiene che con degli ossidi che abbandonano facilmente il loro ossigeno; di maniera che, riconoscendosi l' identità d' azione, non si può comparare l' effetto della luce dei raggi solari che riuniti non sono per mezzo della riflessione, o della refrazione, che a quello d' una temperatura poco alta.

132. Fin qui noi troviamo degli effetti simili nell' azione della luce e del calore, facendo variare l' intensità dell' una e dell' altro. Nondimeno la luce, che sembrò non avere che una superiorità eguale a quella d' una debole elevazion

(1) Alex. Brongniart. Journ. des Mines. num. 67.

di temperatura, sprigiona il gas ossigeno dall' acido muriatico ossigenato e dall' acido nitrico; mentre il calore non può produrre quest' effetto se non se quando gli acidi sono ritenuti da un alcali che li mette in istato di sostenere l'azione d' un' alta temperatura. Esaminiamo da quali circostanze può dipendere la differenza che si presenta in quest' occasione: la spiegazione sua potrà applicarsi a tutti i casi simili.

Rumford ha molto bene osservato che la luce doveva innalzare la temperatura delle molecole sulle quali essa agiva, quantunque quella della sostanza nella quale si trovavano queste molecole sembrasse ricevere poco calore. La circostanza che impedisce che la temperatura comune non misuri l' effetto prodotto sopra alcune parti, è quella stessa che fa che un termometro non indichi ch' una picciola parte del cangiamento che prova una picciola quantità d' aria, comparata a tutta la massa colla quale divide essa la temperatura sua (111). Ma quest' effetto ha un' intensità minore assai di quella che le prime sue considerazioni ci avevan fatto credere.

Nell' acido muriatico ossigenato, la luce non può essere ridotta allo stato di combinazione che per mezzo dell' azione dell' ossigeno: è ad esso che si limita l' azione della luce: ella può dunque produrre sopra esso solo gli effetti d' un' alta temperatura, fe argli prendere lo stato ela-

stico, come fatto avrebbe ad una temperatura elevata.

Se il calore è comunicato al liquido per mezzo d' un corpo riscaldato, esso agisce egualmente su tutto il liquido la cui temperatura, innalzandosi, rende volatili l' acqua e l' acido muriatico: di modo che il liquido passa colla distillazione, senza che siasi stabilito una differenza che possa produrre la separazione dell' ossigeno; ma se l' acido muriatico è ritenuto da una base alcalina, la temperatura sua può essere sì rattamente rialzata, che lo svolgimento dell' ossigeno abbia luogo.

Allorche dunque la luce produce lo svolgimento del gas ossigeno dall' acido muriatico ossigenato, dall' acido nitrico e da una pianta che vegeta, bisogna concludere ch' essa è entrata in combinazione, ch' essa ha dato la quantità di calorico che mancava al gas che si sprigiona, e che, innalzando la sua temperatura, essa ha aumentato la sua elasticità. E se poi il calorico radiante ovvero il calore non possono produrre l' effetto stesso, ciò nasce perchè nelle date circostanze non possono essi formare una simile combinazione, oppure non possono isolarne l'effetto.

133. Queste osservazioni mi sembrano atte a confermare l' identità della sostanza della luce con quella del calorico; ma esse indubitatamente confermano l' identità dei loro effetti con alcune

differenze che non dipendono che dalle condizioni nelle quali esse agiscono.

I colori non hanno alcuna influenza sull' azion del calorico, ma essi rendono i corpi più o meno proprj a fissare la luce ed a cangiarla in calorico; di modo che un corpo bianco, esposto anche al fuoco d'un vetro ardente, prova degli effetti molto meno considerabili di quelli di un corpo nero, perchè non havvi che la parte della luce che entra in combinazione, la quale possa produrre degli effetti chimici in una sostanza.

La luce è talvolta fissata da un elemento d'una combinazione, piuttosto che da un altro; talmente che essa agisce allora su questo elemento in una maniera isolata, mentre all'opposto, il calorico sarebbesi uniformemente combinato con tutti gli elementi. Questi effetti della luce solare non possono essere comparati che a quelli d'una temperatura poco innalzata; ma se i raggi sono concentrati, agiscono essi con tutta quella maggiore potenza ch' è possibile di procurare al calorico; e a giudicarne dagli effetti, il calorico radiante sembra essere in uno stato intermediario fra la luce ed il calorico combinato.

Tali sono i risultati dell' osservazione. Alcuni fisici hanno preteso che la luce fosse una sostanza distinta dal calore: Deluc ha molto insistito sulla differenza loro; ma Saussure, per quanto mi sembra, ha provato la debolezza dei fonda-

menti sopra i quali egli ha voluto stabilirla (1). Un celebre e dotto uomo si è recentemente appoggiato sopra alcuni fenomeni ancora oscuri e d' una debole intensità per distinguere i raggi calorifici dai luminosi. Supponendosi che questa distinzione si realizzasse, essa non cangierebbe punto la spiegazione dei fenomeni chimici, ch'è fondata sugli effetti della luce, tale quale essa ci perviene.

134. Ma la luce si divide in raggi differenti, e noi supponiamo che il calorico sia una sostanza identica. Ciò nasce perchè noi comprendiamo, sotto il nome di calorico, il soggetto a cui appartengono indifferentemente le proprietà che attribuite vengono al calorico, come parecchi effetti dell' aria atmosferica si spiegano, senza che occorra di aver riguardo alle differenze delle parti che la compongono. E' dunque possibile, anzi è probabile, che il calorico racchiuda molte sostanze realmente differenti, e ch' egli sia un genere a cui appartengano parecchie specie; ma fin qui si sono osservate poche differenze nell'azione chimica dei raggi luminosi. Schéele nondimeno ha rimarcato che il raggio violetto agiva più degli altri sul muriato d' argento.

Sennebier ha esaminato l'effetto dei raggi prismatici su questa medesima sostanza, e ha de-

(1) Voyage dans les Alpes, t. IV., ediz. in 8.

terminato la differenza dell' azione loro da quella del tempo che ciascun di essi esigeva per condurlo alla medesima gradazione di colore. Il raggio violetto ha prodotto in quindici secondi l'effetto stesso che il raggio rosso aveva prodotto in venti minuti; gli altri raggi sono stati intermediarj (1). Havvi certamente molte cognizioni da acquistarsi sulla fisica dei colori, sulla teoria del calorico ed egualmente sulla maggior parte degli altri oggetti.

135. Se lo svolgimento della luce non differisce dall' eliminazione del calorico che per le circostanze dell' emissione, niuno dee sorprendersi ch' esso possa essere dovuto a delle cause differentissime; la sorgente sua la più ordinaria è la combinazione dell' ossigeno, con qualche sostanza infiammabile. Delle altre combinazioni però, e la stessa compressione possono produrlo; basta che sotto certe condizioni si faccia un cangiamento nella proporzion del calorico d' un corpo, o d' un sistema di corpi (*Nota IX*).

Il calorimento rende conto di tutto il calorico che si sprigiona; ma la combustione che si fa nell' atmosfera, lascia fuggire tutta la parte che prende lo stato di luce, e lascia inoltre disperdersi da lontano tutta quella che si è sprigionata in calorico radiante, fintantochè le sostanze solide, o liquide

(1) Mém. Phisico-Chim. t. III.

abbiano potuto ridurre l' una e l' altra allo stato di combinazione.

La luce sembra essere ritenuta da alcune sostanze che pocò cangiano il suo stato elastico e che le permettono di ristabilirsi facilmente per mezzo d' una causa poco attiva, nella guisa stessa che si vede l'aria atmosferica aderire ad alcuni corpi e svolgersene facilmente. E' probabile che in tal modo alcuni corpi diventino luminosi nell' oscurità, dopo di essere stati esposti cioè ad una viva luce; ma non bisogna confondere quest' effetto con quello che presentano altre sostanze che provano una vera combustione. (*Nota X*)

136. Oltre agli effetti che costituiscono i fenomeni elettrici, l' azion del fluido elettrico produce dei cangiamenti nelle proprietà chimiche dei corpi, di modo che favorisce esso la formazione o la decomposizione di molte combinazioni; perciò dev' essere annoverato tra gli agenti chimici.

Se si paragonano gli effetti chimici dell' azion dell' elettricità con quella del calorico, si riscontra tra essi la più grande analogia.

La scintilla elettrica, al pari d' una elevazione di temperatura, infiamma il miscuglio del gas ossigeno e del gas idrogeno, dal che risulta la formazione dell' acqua: l' una e l' altra favoriscono l' evaporazione ed aumentano la leggerezza

specifica dei fluidi elastici (1): l' una e l' altra decompongono l' ammoniaca, e per mezzo d'un metallo, l'acqua tenuta in dissoluzione dall'acido carbonico: favoriscono esse egualmente la combinazione dell' azoto coll' ossigeno ossia la produzione dell' acido nitrico e la combustione del tornasole per mezzo dell' aria (2): favoriscono in fine l' infiammazione dei liquori infiammabili, lo svolgimento dell' idrogeno, dell' etere, degli olj e dell' alcool, l' ossidazione dei metalli, o, secondo l' intensità loro, lo svolgimento dell'ossigeno dagli ossidi (3).

Il fluido elettrico nondimeno non agisce sempre come il calorico che passa in combinazione per comunicazione immediata con una sostanza; ma l' azione sua si concentra sopra alcune molecole d' una sostanza, ed allora produce degli effetti analoghi a quelli che abbiamo osservati relativamente alla luce (132). Questi effetti sono soltanto più considerabili di quelli della luce ordinaria del sole, e quindi, mentre quest' ultima sprigiona dell'ossigeno dall' acqua comune e dell'acido nitrico, il fluido elettrico può non solo svolgerne dall' acido nitrico, ma dall' acido solforico

(1) Van Marum, 1 suite des Exp. p. 210.

(2) Cavendish. Trans. philos. 1785.

(3) Descrip. d'une très-grande machine électriq. p. 168.

ancora; può decomporre l'acqua in totalità, quando si facciano passare delle commozioni attraverso degli strati di questo liquido, quantunque in altre circostanze, di cui cercherò di spiegare la differenza, egli ne operi in vece la produzione.

Dall' identità di questi effetti non bisogna concludere che gli agenti siano i medesimi. Al contrario, l'osservazione sembra provare che siavi fra essi una differenza essenziale. Pochi cangiamenti di temperatura si osservano derivare dall'elettricità. Quando i metalli entrano in combustione, a questa sola attribuir si dee il calore ch' essi acquistano; imperciocchè se si sottomette ad una forte commozione un metallo incombustibile, come sarebbe, per esempio, l' oro, l' argento od il platino, non si scorge già ch' esso acquisti un calore capace d' operare la fusione sua, ciò che pure dovrebbe accadere, colla sola differenza d' una più forte commozione la quale non produrrebbe la liquefazione che per un' elevazione di temperatura. Il calor prodotto in questo caso mi sembra non essere che un effetto della compressione che le parti le quali più si dilatano, esercitano sulle altre. Nulla si potrebbe concludere contro quest' opinione, quand' anche si giugnesse a roventare un metallo senza il contatto dell' ossigeno; giacchè si sa che la percussione produce questo medesimo effetto (*Nota XI*).

L' azione del fluido elettrico cagiona nella parte

de' corpi su cui essa si porta, una tale dilatazione che sembra ridurli in gas più facilmente di quello farebbe l' azione del calorico che non giungerebbe che a liquefarli; così almeno sembra, se si giudica dall' effetto ch' essa produce sopra i metalli, e che Van Marum ha già descritto con tanta esattezza.

Questa dilatazione mi sembra propria a spiegare l' analogia degli effetti chimici. Nell' una e nell' altra circostanza, la forza di coesione si trova diminuita per la distanza introdotta fra le molecole, e con ciò si effettuano le combinazioni che effettuate non si sarebbero finche quest' ostacolo vi si fosse opposto.

137. In questi ultimi tempi, degli effetti elettrici che sembravano avere da prima un carattere particolare, e di cui si è indicata la causa sotto il nome *di galvanismo*, han somministrato materia da esercitare la sagacità dei fisici e dei chimici. Quantunque la serie dei fenomeni a cui questo genere d' osservazioni ha dato origine, meriti di formare una parte distinta della fisica, la connessione loro con molti fenomeni chimici m' impegna a trarre dal celebre Volta (1) un abbozzo della teoria luminosa ch' egli ne ha data.

Tutti i fenomeni della pila ossia dell' apparato elettromotore, per la teoria di Volta, si dedu-

(1) Ann. de Chim. Frim. an 19.

cono da una proprietà generatrice che possedono principalmente i metalli.

I metalli esercitano un' azione mutua, relativamente allo stato elettrico ch' è loro naturale: in equilibrio d' elettricità mentre sono isolati, si dividono inegualmente quella che loro appartiene tosto che sono in contatto; gli uni si sopraccaricano di fluido elettrico a spese degli altri, ma in una maniera ineguale, di modo che quest' effetto è maggiore tra certi metalli che tra certi altri. Si può comporre una serie di metalli sotto questo rapporto; quelli che formano i due terminî estremi della serie sono il zinco che prende dell' elettricità da tutti gli altri, e l' oro o l' argento che ne cedono a tutti. I metalli intermediarj ne prendono da quelli che occupano dei posti inferiori nella serie e ne danno a quelli che occupano i superiori.

Siffatta proprietà non è limitata ai soli metalli; il carbone può essere paragonato ai metalli i più disposti a dare del fluido elettrico pel contatto, e l' ossido di manganese cristallizzato ne cede una quantità maggiore anche dell'oro e dell'argento (*).

Mentre i metalli restano isolati nel contatto

(*) Anche il carbone verrà fluido elettrico nell'oro e nell' argento, così pure la piombaggine, e alcuni piriti, ma sopratutti il detto ossido di manganese, che dà all' argento stesso quanto questo dà allo zinco, o poco meno. (Nota del Traduttore)

loro, quest' azion mutua non produce che un primo effetto; ma se da una parte hanno essi una comunicazione stabilita con un serbatoio di elettricità, e dall' altra con dei corpi conduttori, il metallo che ha ceduto all' altro del fluido elettrico, per esempio, l' argento che ne ha dato al zinco, ne riceve dal serbatoio e lo spinge continuamente nel zinco il quale lo trasmette ai corpi conduttori. In cotal modo si stabilisce una corrente continua. Una sostanza conduttrice liquida, supponiamo l' acqua, riceve dunque il fluido elettrico che passa dall' argento al zinco; ma se comunica essa con una piastra d' argento che sia ella pure in contatto con una piastra di zinco ed eserciti egualmente un' azione reciproca, l' effetto delle due ultime piastre viene accresciuto da quello delle due prime, onde risulta una tensione maggiore nell' elettricità che si sprigiona. Da ciò dipendono tutte le proprietà della pila, la cui azione aumenta in ragione aritmetica del numero de' suoi elementi; ma se la pila è isolata, quest' azione dei suoi elementi accumula il fluido elettrico nella parte superiore (*) a spesa della parte inferiore, di modo che la metà superiore, sopraccaricata di fluido elettrico, si trova in uno stato positivo, e la metà inferiore in uno stato negativo, mentre il centro di queste

(*) Intendasi quella verso cui è rivolto il zinco. (N. d. T.)

forze che si contrabbilanciano, resta nello stato naturale.

Nondimeno la corrente elettrica che si stabilisce con una pila che non è composta di numerosi elementi, non ha una tensione atta a produrre un effetto sensibile sugli elettrometri, ma si può aumentare la tensione dell' elettricità proveniente da questa pila col mezzo d' un condensatore, e determinare l' aumento ch' essa riceve aumentandone gli elementi, per mezzo d' un elettrometro la cui gradazione sia stabilita sugli effetti paragonabili delle scintille prodotte da un elettroforo. Egli è in questa guisa che il Volta ha potuto misurare l'azion di ciascun elemento della pila, e l'azion composta di tutti i suoi elementi. (*)

Egli prova inoltre, per mezzo della rapidità con cui un gran serbatoio si carica a contatto istantaneo della pila, prendendo la medesima tensione d' elettricità della pila, che la quantità di

(*) Egli ha dedotto delle prove col suo condensatore, che la tensione elettrica di una coppia d'argento e zinco arrivi appena ad 1/60 di grado del suo elettrometro a paglie sottilissime: il che venne poi benissimo confermato dall' osservarsi, che una pila di 60, o poco più di tali coppie, muove a dirittura di un grado detto elettrometro (ossia fa divergere le pagliette una mezza linea), e così poi danno 2. 3. gradi le pile di 120. 180. coppie, ec. onde tali segni elettrici appaiono benissimo senza bisogno del condensatore. (N. d. T.)

fluido elettrico che circola in un dato tempo, è molto maggiore di quella che potrebbe esso ricevere anche da una vasta macchina in un intervallo medesimo di tempo.

Questa proprietà della pila, di dare cioè il movimento ad una grande quantità di fluido elettrico, ne rende gli effetti analoghi a quelli d' una bottiglia di Leiden, la cui azione si sosterrebbe senza interruzione, e rende ragione di tutti i fenomeni ch' era sembrato fin allora più naturale d' attribuire all' azion chimica delle sostanze messe in contatto; azione che sembrava perpetuare gli effetti elettrici.

Conviene distinguere qui l' azione dei conduttori e le decomposizioni chimiche ch' hanno luogo. Quanto più i liquidi intermediarj tra gli elementi della pila sono buoni conduttori, tanto più la corrente è rapida, e gli effetti sensibili, senza che vi sia d' uopo di far intervenire le loro proprietà chimiche. Volta ha provato che appunto per questa proprietà il muriato di soda, il muriato d' ammoniaca, l' acido nitrico, ec. aumentavano gli effetti della pila, quale è la commozione che se ne riceve senza accrescere la tensione del fluido elettrico.

Priestley aveva già osservato che l' alcali *caustico* e l' acido muriatico non potevano rendere visibile la scintilla elettrica, onde concluse *che dovevano questi essere de' conduttori dell' elet-*

tricità molto migliori dell' acqua e delle altre sostanze liquide (1). Morgan ha fatto la stessa osservazione su tutti gli acidi minerali (2).

Le dimensioni in superficie degli elementi della pila e dei cartoni umidi che sono interposti, producono un effetto particolare di cui Volta conviene di non poterne dare ch' una spiegazione probabile. Un apparato elettromotore così composto di piastre larghe, produce un grand' effetto sopra i metalli, dei quali facilmente procura la combustione, come l' hanno mostrato Hachette, Tenard, Fourcroy e Vauquelin (3), e nondimeno la tensione del fluido elettrico non è maggiore di quella d' una pila ordinaria, e non son più grandi neppur le commozioni ch' essa eccita.

Volta congettura che questa differenza non nasce se non perchè il corpo umano ch' è più cattivo conduttore dei metalli, oppone una resistenza alla corrente elettrica mossa con una debole tensione, e che questa maggiore resistenza poi è quella che impedisce che la quantità del fluido elettrico non aumenti in ragione di quanto potrebbero somministrarne le grandi piastre, men-

(1) Exp. et obs. sur diff. espèces d'acid. vol. 1 p. 321.

(2) Trans. philos. 1785.

(3) Journ. de l'Ecole Polyt. t. IV.

tre i fili metallici possono riceverla e subirne l' influenza (1) (*).

Quanto agli effetti chimici che ne derivano, sembran essi non essere che conseguenze dell'azione elettrica, e noi abbiamo già osservato che l'elettricita favoriva molte combinazioni e molte decomposizioni, come lo faceva un'elevazione di temperatura, e che per produrre quest' effetto bastava che l' elettricità tendesse ad allontanare le molecole dei corpi ch' affetta, perchè essa distruggesse con cio l' ostacolo della forza di coesione. Il calorico stesso non favorisce le combinazioni e le decomposizioni che come una forza opposta a quella della coesione.

L' azione con la quale due sostanze in contatto s' appropriano una quantità differente di fluido elettrico che conveniva allo stato loro isolato, non è propria soltanto dei metalli e di alcune sostanze solide analoghe, appartiene, come Volta il fece vedere, anche ai liquidi istessi; talmentechè l' azion mutua di due liquidi differenti può produrre una corrente elettrica, perchè un metallo interposto serva allora di conduttore; un terzo

(1) Bibl. Brit. vol. XIX.

(*) Molte sperienze ed osservazioni adduce Volta ne' suoi ultimi scritti, che rendono l' accennata spiegazione più che probabile, e omai certa. (N. d. T.)

liquido può egualmente rimpiazare il metallo (*).

138. Intanto molti fisici hanno continuato a

(*) Ciò che dicesi de' liquidi intendasi di tutti i corpi imbevuti di qualche umore, detti da Volta conduttori umidi, o di seconda classe. Egli aveva dimostrato, son già parecchi anni, che a muovere quella corrente elettrica, a cui vogliono attribuirsi tutti i così detti fenomeni galvanici, non è poi necessario che il circolo, o catena, venga formato, da due metalli diversi, ed un conduttore umido, sebbene una tal combinazione sia la più propria; ma che poteva egualmente formarsi con due conduttori umidi, o di seconda classe diversi, ed un metallo; ed anche con tre di questa sola classe pur diversi tra loro, avvegnachè sogliano riuscire molto meno efficaci. Tutto ciò venne da lui comprovato con esperienze dirette, e gli presentò una facile risposta alle obbiezioni, che gli si facevano (e che non lasciano tuttavia di fargli alcuni), tolte dall'eccitarsi pure delle convulsioni nelle rane preparate ec. facendo arco conduttore con sole sostanze animali, od altre umide; come anche gli suggerì, la bella idea, che gli organi elettrici della torpedine agissero in una maniera analoga, ossia pel medesimo principio: la qual congettura quanto non ha acquistato in seguito di verisimiglianza dall'invenzione della pila, a cui somigliano detti organi elettrici anche per la forma? Un parallelo compito dei fenomeni di questi e di quella, è ciò che aspettiamo ancora dal nostro Volta, e ch'egli ci fa sperare. (N. d. T.)

raccogliere dei fatti interessanti sulla natura e sull' azione di questa elettricità. Wollaston tra gli altri (1) ha fatto vedere che un filo metallico estremamente sottile e ricoperto d' uno strato di vetro, poteva, coll' estremità sua non coperta, decomporre l' acqua anche con una macchina elettrica d' una forza mediocre; di modo che è provato che basta di restringere le dimensioni del passaggio dell' ellettricità per produrre questo effetto, quantunque in se stessa sia ella poco considerabile. Van Marum ha confermato in una maniera luminosa l' identità della corrente del fluido elettrico mosso per mezzo d' una pila, o per mezzo d' una macchina elettrica (2).

139. Nondimeno trovasi ancora una differenza tra la maniera con cui l' acqua viene decomposta dall' elettricità ordinaria o da quella della pila. La prima separa, in tutte le sperienze conosciute finora i due elementi dell' acqua, e gli sprigiona confusi in un sol fluido elastico; ma coll' azion della pila l' idrogeno compare sul filo metallico che comunica coll' argento, cioè coll' estremità della pila ch' ha l'elettricità negativa, e l' ossigeno spunta dal filo che comunica col zinco, cioè dall' estremità animata dell' elettricità positiva. Sembra qualora ammettere non si voglia dello

(1) Bibl. Britan. t. XVIII.
(2) Ann. de Chim. frim. an 10.

proprietà non conciliabili con quelle che sono le meglio stabilite in fisica, che, per ispiegare questo svolgimento isolato di ciascuno degli elementi dell' acqua, ricorrere si debba alla proprietà che ha da una parte l' acqua, e in un tutte le combinazioni note, di ricevere proporzioni differenti delle sostanze che la compongono, allorchè le forze che producono la composizione sua si trovano contrariate da altre forze; e dall' altra parte sembra che ricorrere si debba alla proprietà che supporre bisogna nell' elettricità positiva di favorire di più lo svolgimento dell'ossigeno, mentre al contrario l' elettricità negativa favorisce di più lo svolgimento dell' idrogeno. Ma la circospezione ch' è mestieri di avere nelle ricerche fisiche, consiglia d' attendere che l' esperienza abbia pronunciato il suo giudizio sopra un oggetto che ancora conserva qualche oscurità, e su cui è probabile che non si debba tardar molto a ricevere una decisiva risposta (*).

(*) Un' altra spiegazione ancora può darsi, mantenendo sempre che l' acqua sia composta d'ossigeno idrogeno, del comparire solamente gas ossigeno attorno al filo metallico, che elettrizzato positivamente versa il fluido elettrico nell'acqua, e solo gas idrogeno attorno al filo negativo, in cui entra esso fluido, cioè, che decomponendosi l' acqua al sortire che fa dal primo filo il fluido elettrico, l' ossigeno

Con queste scoperte che fanno epoca nella storia delle scienze, la chimica ha certamente acquistato un agente la cui energia sarà forse portata ad un grado che in oggi appena si può scorgere, e che offrirà il mezzo di produrre nella formazione e nella decomposizione delle combinazioni chimiche degli effetti inaspettati e superiori certamente, in alcune circostanze, a quegli istessi ch' è possibile d' ottenere dall' azion del calorico.

combinandosi col calorico necessario prenda ivi la forma di gas, e l' idrogeno si combini in vece col fluido elettrico medesimo, e con esso scorra per l'interposto umido conduttore fino all' altro filo metallico ove venga lasciato indietro dal fluido elettrico nel suo ingresso in questo filo, e prenda quivi la forma di gas idrogeno. Questa spiegazione proposta da Kruishank, Fourcroy, da Volta, e da altri, soggiace, non è dubbio, a gravi difficoltà, e forse maggiori che non l' altra adottata dall' autore. Vi sono de' fisici, e de' chimici, singolarmente in Germania, i quali per tal comparsa separata dei due gas ossigeno ed idrogeno, pensano non potersi più sostenere che l' acqua sia composta dei due elementi ossigeno, ed idrogeno; ma qnesto è troppo: e piuttosto vuolsi addottare una delle due spiegazioni suindicate, o qualunque altra, essendo la composizione dell' acqua troppo ben dimostrata altronde. (N. d. T.)

CAPITOLO IV.

Del calorico considerato relativamente alle combinazioni.

140. Quanto è stato esposto nel primo capitolo, non riguarda che l' effetto del calorico sopra ai corpi isolati; ma i risultati che noi abbiamo raccolti dall' osservazione non possono più applicarsi ai cangiamenti che si operano, quando le medesime sostanze entrano in combinazione con delle altre, e sopratutto quand' esse provano nel tempo stesso delle alterazioni nella costituzione loro.

Allorchè si forma una combinazione energica, si osserva sempre che un calore più o meno considerabile accompagna l' atto della combinazione; così, quando gli alcali si combinano cogli acidi, havvi sempre del calore sprigionato: questo effetto ha luogo ancora nella combinazione che produce la liquefazione d' un solido, come sarebbe la calce, ed anche in quella che opera lo svolgimento d' una sostanza elastica, com' è l' acido carbonico. Da ciò si scorge quanto sarebbe illusorio il riguardare come un principio d' una applicazione generale, quello che non fosse stabilito che sulla considerazione d' un genere di questi fenomeni.

Nella dissoluzione dei sali e nella liquefazione del ghiaccio, si produce del freddo ovvero viene assorbito del calorico; eppure havvi un atto di combinazione in cui gli effetti variano per differenti circostanze. Ciò accade perchè essendovi il concorso di molte cause, i loro effetti possono compensarsi, e non dare per risultato che l' eccesso degli uni sopra gli altri.

Siccome quest' oggetto ha dato motivo a molti fisici di spiegare la loro sagacità così io lo esaminerò alquanto minutamente e cercherò di fissare le circostanze le quali fanno variare i risultati, comparando gli effetti che si osservano ne' corpi isolati con quelli che hanno luogo nelle dissoluzioni e nelle combinazioni, secondo l' energia delle affinità che producono queste, e in fine comparandoli con quelli che sono accompagnati da un considerabile cangiamento di costituzione.

141. Quando un liquido, per esempio, l' acqua, passa allo stato solido, si forma uno svolgimento di calore, come quando passa dallo stato di vapore allo stato liquido; in questo caso però è molto più considerabile. L' osservazione fa vedere che quando i corpi passano dallo stato liquido allo stato solido provano essi una condensazione; e se l' acqua e qualche altra sostanza aumentano di volume, non si dee ciò attribuire che alla disposizione delle molecole che cristallizzano, laonde segue che quando i corpi passano dallo

stato liquido allo stato solido, si effettua, mediante la preponderanza dell' affinità reciproca, un ravvicinamento delle molecole, il quale è analogo a quello che ha luogo quando i vapori passano allo stato liquido, ma ch' è molto meno considerabile, perchè i volumi sono allora molto meno comprensibili.

Tale ravvicinamento di molecole, dovuto alla preponderanza dell' affinità reciproca, è accompagnato da una eliminazione di calorico la cui proporzione è sempre determinata dalle dimensioni attuali d' un corpo.

Anche quando si forma una combinazione, si fa egualmente un ravvicinamento di molecole, ch' è tanto maggiore per lo stato attuale dei corpi, quant' è più energica la combinazione; ma havvi nel tempo stesso dei cangiamenti di stato, talmente che una sostanza solida può diventar liquida per l' influenza di quella con la quale essa si combina. Esaminiamo in prima ciò che ha luogo quando l' azione della combinazione è debole, com' è nelle dissoluzioni ordinarie.

142. Quando due liquidi agiscono, havvi sempre condensazione di volume, e nello stesso tempo svolgimento di calorico, come si osserva nell' unione degli acidi e degli alcali liquidi, ed anche nell' unione dell' alcool coll' acqua. Ma se un liquido discioglie un solido, due cause agiscono e sulle dimensioni e sul calorico. Il corpo che

passa dallo stato solido allo stato liquido per l' azion del dissolvente, prova una modificazione simile a quella che sarebbe dovuta alla sua liquefazione pel calorico, ed è opposta a quella che si osserva quand' esso passa dallo stato liquido allo stato solido, cioè a dire prova esso un aumento nelle sue dimensioni e perciò appunto assorbe e rende latente una certa quantità di calorico; ma da un altro canto, la combinazione produce un effetto opposto, diminuisce le dimensioni, e svolge del calorico. Il risultato dipende da quello di questi effetti che domina, di maniera che un acido, disciogliendo del ghiaccio, può dare del calore, se però quello che dovrebbe risultare dall' unione sua colla stessa quantità di acqua, sia maggiore della quantità di calore che il ghiaccio deve assorbire per ridursi in acqua. Ma egli produrrà un effetto contrario se l' assorbimento di calorico per mezzo del ghiaccio prevale sullo svolgimento dovuto alla dissoluzione d' una medesima quantità d' acqua. Da ciò segue che l' effetto deve variare per la concentrazione dell' acido, cioè per la quantità d' acqua ch' esso tiene in dissoluzione, e che ha di già prodotto l' effetto suo, per la proporzione di ghiaccio su cui agisce, e per l' azione che può esso esercitare sulla forza di coesione a certe temperature.

Questi effetti osservati da Wilke, e specialmente da Cawendish, sono stati presentati in

una maniera luminosa dagli autori della *Memoria sul calore*„ Se il miscuglio d' un acido con una „ data quantità d' acqua, produce del calore, me„ scolando quest' acido colla stessa quantità di „ ghiaccio, produrrà allora del calore, o del „ freddo, secondocchè il calore che risulta dal „ suo miscuglio coll' acqua è più o meno con„ siderabile, di quello ch' è necessario per lique„ fare il ghiaccio: si può dunque supporre in „ quest' acido un grado di concentrazione che „ nomineremo K, e tale che mettendolo con „ una porzione infinitamente picciola di ghiac„ cio, esso non produca nè freddo nè caldo. „ Ciò posto, il maggior freddo che produr possa „ il miscuglio dell' acido col ghiaccio, è quello „ a cui l' acido, concentrato al grado K, cessa „ di disciogliere il ghiaccio. Si può determinara „ il *maximum* di freddo senza produrlo, osser„ vando, a dei gradi di freddo minori, la legge „ che esiste fra i gradi del termometro ed i „ gradi corrispondenti di concentrazione ai quali „ l' acido cessa di disciogliere il ghiaccio.„

143. Si osservano gli stessi effetti nella dissoluzione dei sali per mezzo dell' acqua, o in quella del ghiaccio ch' essi operano.

Si deve a Lowitz un' osservazione che rende il contrasto sensibilissimo. Egli ha fatto vedere (1)

(1) Ann. de Chim. tom. XXII

che la potassa e la soda disseccate le quali producono un calor considerabile dissolvendosi nell' acqua, danno al contrario un freddo rimarcabile, qualora essendo esse nello stato cristallino, si disciolgono nell'acqua, e molto più grande ancora quando si fanno agire sul ghiaccio o sulla neve.

Questi alcali non differiscono allora relativamente al calorico se non in quanto essi ne abbandonano una parte nella cristallizzazione, e provano una contrazione nel loro volume; ma riprendono essi questo calorico discogliendosi nell' acqua, e subiscono una dilatazione di volume eguale alla precedente contrazione; per conseguenza la quantità d' acqua ch' essi ritengono nella loro cristallizzazione, ha fatto od ha occasionato una perdita di calorico che equivale a tutta quella che avrebbe prodotto il calore che si sarebbe svolto, se, dopo di averli fortemente disseccati, fossero stati disciolti nell' acqua. Risulta in fatti dalle osservazioni di Waston (1) e di Vauquellin (2), che havvi una dilatazione di volume per la dissoluzione di tutti i sali neutri per mezzo dell'acqua. Quando questi sali disciolgono il ghiaccio, l'effetto si compone di quello ch' essi avrebbero prodotto sopra una stessa quantità d' acqua e di quello del calorico che questa

(1) Trans. philos. 1773.
(2) Ann. de Chim. t. XIII.

quantità avrebbe assorbito per passare dallo stato di ghiaccio allo stato liquido.

Il grado di freddo che proviene dalla dissoluzione mutua dei sali e del ghiaccio, sarebbe dunque molto più considerabile di quello ch' è dovuto alla liquefazion del ghiaccio per mezzo degli acidi, i quali produrrebbero del calore con l' acqua, se potessero essi discioglierne una quantità eguale; ma quest'effetto è limitato, perchè la forza di coesione dei sali, mediante il freddo aumenta molto più rapidamente di quella degli acidi e perchè essa sospende, per così dire, la loro azione, come si vedrà in seguito.

Nondimeno il vantaggio resta ad alcuni sali, e Lowitz istesso ha fatto vedere che il muriato di calce era la sostanza la più propria a produrre un grande raffreddamento, ed è appunto in grazia delle proporzioni di questo muriato ch' egli ha determinate, che Fourcroy e Vauquelin sono riusciti a congelare l' ammoniaca e l' etere (1), e che Pepys (2) ha solidificato 56 libbre di mercurio.

Egli è dunque in forza della loro solubilità ad una bassa temperatura che i sali hanno principalmente le differenze ch' essi presentano, dando cioè del freddo per l' azione loro. Ciò che lo

(1) Ann. de Chim. t. XXIX.
(2) Bibl. Britan. n° 140.

conferma, si è che il solfato di soda produce appena un raffreddamento col ghiaccio, perchè, come osserva Blagden (1), tosto che l'acqua che lo tiene in dissoluzione s'abbassa un poco al di sotto della congelazione esso cristallizza e si separa (2); ma qualora si discioglie coll'acido nitrico, e si trova nello stato cristallizzato, produce esso un grandissimo freddo, come lo ha provato Walker (3), e per questa parte può esso benissimo rimpiazzare la neve. Il fosfato di soda ed il solfato di magnesia hanno la stessa proprietà.

L'azione reciproca dei sali è sì debole, che poco fa cangiare il loro volume rispettivo: diminuisce nondimeno essa la forza loro di coesione, ed aumenta per tal via la loro solubilità. Da ciò risulta che questo miscuglio dee aumentare la proprietà frigorifera dei sali, come Blagden e Walker hanno stabilito. Ma se un sale è per se stesso solubilissimo, l'addizione d'un altro sale non aumenta sensibilmente l'azion sua, come il medesimo Walker ha osservato rispetto al muriato di calce.

La maggior parte dei sali che privati sono d'acqua di cristallizzazione, fanno ascendere il ter-

(1) Trans. philos. 1788.
(2) Ibid. 1788.
(3) Nicholsons, Jurn. sept. 1801.

mometro, disciogliendosi nell'acqua; talmentechè l'effetto della condensazione ch'è dovuto alla combinazione, prevale allora sopra quello del passaggio dallo stato solido allo stato liquido. Questa proprietà dei sali disseccati non è però generale. Walker osserva che il muriato d'ammoniaca, quantunque svaporato fino alla disseccazione, produce nondimeno un freddo considerabile: havvi apparenza che questa combinazione, e tutte quelle ancora che sono nello stesso caso, provino una dilatazione considerabile, dissolvendosi nell'acqua.

144. Ci sono degli altri fenomeni affatto simili a quelli che ho poc'anzi analizzati, e sopra i quali Blagden ha fatto delle osservazioni interessantissime. Questo dotto fisico ha fatto vedere che i sali abbassano il termine della congelazione dell'acqua, ciascuno in ragion semplice della quantità ch'è tenuta in dissoluzione, e che l'effetto ch'essi possono produrre sopra il ghiaccio è proporzionale al grado di temperatura a cui possono essi far discendere l'acqua, senza che possa essa congelarsi; di modo che il ghiaccio che hanno essi l'attività di liquefare ad una temperatura, è eguale alla quantità d'acqua di cui possono essi impedire la congelazione a quel medesimo grado.

Egli ha inoltre osservato che un sale aggiunto alla dissoluzione d'un altro, abbassava il termine della congelazione di questa dissoluzione

quasi d' una quantità eguale all' abbassamento che esso produrrebbe colla sola sua azione, e che l' effetto stesso aveva luogo se si aggiungeva al precedente un terzo sale. In questa guisa si può giudicare dalla quantità de' sali che possono essere mantenuti in dissoluzione per mezzo di una proporzione d' acqua, e dalla temperatura alla quale manterrebbero l'acqua stessa nello stato liquido senza precipitarsi, della quantità di ghiaccio che potran disciogliere, e del grado insieme di freddo che essi potranno produrre.

Fa egli rimarcare che la temperatura alla quale i sali possono abbassare il termometro, è limitata da questa circostanza; talmentechè se si trova una grande proporzione di sale, l' effetto è prolungato, il freddo si mantiene a un grado costante, e la liquefazione del ghiaccio continua finattantochè abbia esso potuto successivamente assorbire tutto il calorico che gli è necessario per ridursi in acqua, e tutto quello che esigerebbe lo stesso sale per disciogliersi nell' acqua.

145. Le sperienze di Vauquelin (1) spiegano vieppiù l'effetto che produce il miscuglio dei sali. Egli ha fatto vedere che quando si dissolveva del muriato di soda nella soluzione saturata d' un altro sale, spesso accadeva che non c' era produzione alcuna di freddo; che al contrario si svol-

(1) Ann. de Chim. t. XIII.

geva talvolta del calorico, e che se ne svolgeva sempre, allorchè v' era precipitazione d' un sale antecedentemente disciolto. Queste osservazioni si spiegano colla picciola condensazione che l' azion reciproca dei sali deve necessariamente produrre nel loro volume, quantunque la solubilità loro si trovi aumentata per le ragioni che qui in seguito verranno sviluppate.

Relativamente al calorico, l' effetto che è dovuto alla concentrazione del volume, diminuisce quello ch' è dovuto alla dilatazione che sarebbe prodotta, se i sali si dissolvessero separatamente, e allorchè havvi deposizione d' una parte del sale, bisogna aggiugnere a questa prima quantità tutto il calorico che si sprigiona dal sale che separandosi prende dell'acqua, come in una cristallizzazione ordinaria; ma se i sali agiscono sul ghiaccio, l' aumento della loro solubilità domina nel risultato.

Ciò fa vedere perchè Blagden ha trovato che l' addizione d' un sale al termine della congelazione dell'acqua non procurava tutto l'abbassamento che avrebbe potuto produrre essendo separato, ed è mestieri di dedurre tutto l'effetto della condensazione del volume prodotto dall'azione reciproca; la liquefazione del ghiaccio per mezzo del miscuglio dei sali deve egualmente essere diminuita di questa medesima quantità; in tal guisa tutti i fenomeni si corrispondono.

Le compensazioni degli effetti prodotti dalla dissoluzione e dalle alterazioni di volume che dipendono dall' azion chimica e dal passaggio dello stato solido allo stato liquido, non hanno luogo nel passaggio dallo stato liquido allo stato elastico, perchè l' azione mutua del gas non apporta congiamento alcuno nel volume che debbono essi occupare (110); perciò le osservazioni precedenti non debban applicarsi all' evaporazione.

146. Nella maggior parte dei fatti che ho qui esposti, l'effetto della liquefazione prevale a quello ch' è dovuto alla combinazione; ma non è lo stesso quando questa ha qualche energia: allora l' azione della combinazione copre e non lascia scorgere l'effetto dovuto alla liquefazione; quindi gli alcali disseccati producono del calore disciogliendosi nell' acqua; ma questo calore è molto maggiore se combinati vengono con un acido che eserciti un' azione molto più energica dell' acqua. Quest' effetto varia secondo il grado di concentrazione dell' acido; e qualora siasi svolto molto calorico per la combinazione sua coll' acqua, se n' elimina molto meno quand' esso si combina con l' alcali, perchè la condensazione che ha provato con l' acqua, diminuisce quella ch' esso subisce combinandosi con l' alcali, e perchè quella che l' acqua ha provata è in parte ristabilita, essendo che dalla combinazione dell' acido coll' alcali riceve essa una restituzione nel suo volume, il che

equivale alla diminuzione dell' azione sopra essa esercitata.

147. Quando le combinazioni che si formano sono accompagnate da un gran cangiamento di costituzione, i fenomeni diventano più complicati; più non si scorge il rapporto tra i cangiamenti di volume e le temperature che si stabiliscono; cosicchè, quando si discioglie un carbonato d' alcali in un acido un poco concentrato, si svolge molto acido carbonico, e nondimeno havvi produzione di calore. Nella dissoluzione del rame, per mezzo dell' acido nitrico, havvi liquefazione del rame, svolgimento d' una gran quantità di gas nitroso e nondimeno grande produzione di calore: nella detonazione del nitrato di potassa col carbone, uno sviluppo di molto calore è accompagnato dalla formazione d' una grande quantità di gas.

Bisogna ricordarsi, 1.° che i gas ricevono per gli stessi cangiamenti di temperatura degli accrescimenti di volume che sono molto maggiori di quelli dei liquidi, e specialmente dei solidi (113); 2.° che quando i fluidi elastici sono ritenuti in una combinazione, la tendenza loro all' elasticità è uno sforzo che continua ad agire, e che produce l' effetto suo, tostochè la forza che lo manteneva si trova abbastanza indebolita.

Allorchè dunque una sostanza gasosa può formarsi, sia perchè questa sostanza medesima provi

una resistenza minore di quella che la conteneva; ossia perchè ella è il prodotto d' una combinazione che si forma, deve fuggirsene in gas, e nondimeno ella non esige per ciò ch' una quantità di calorico la quale non produrrebbe ch' un picciolo cangiamento nelle dimensioni della sostanza che resta solida, o liquida.

Ecco perchè l' acido carbonico che si sprigiona nel primo caso da me enunciato, può occupare un volume molto maggiore che prima, quantunque non s' approprii ch' una parte del calorico eliminato dalla combinazione.

Nondimeno quest' effetto dell' azione d' un acido sopra un carbonato non è generale; ma le eccezioni sue sono proprie a far distinguere gli effetti prodotti dalla combinazione da quelli, che dovuti sono alla formazione del fluido elastico, come lo ha fatto Lavoisier (1).

La soluzione del carbonato d' ammoniaca, che contiene una gran proporzione d'acido carbonico, ha prodotto un pò di freddo coll' acido nitrico; ma levandosi colla calce al carbonato una porzione d' acido carbonico si è ottenuto una produzione di calore, e questa tanto maggiore quanto era più grande la quantità dell' acido carbonico levato dalla calce.

Nel secondo caso, l' ossigeno che si è com-

(1) Mém. de l'Acad. 1777.

binato col rame, ha forse provato tutta la perdita di calorico ch' è stata necessaria al gas nitroso per prendere lo stato elastico, cosicchè tutto il calore proveniente dall' azione dell' acido nitrico sull' ossido ha potuto già svolgersi

Per la spiegazione del terzo caso, è d' uopo ancora osservare che le circostanze che avevano ridotto l' ossigeno allo stato solido, hanno cangiato, e non bisogna più paragonarlo che a ciò ch' esso sarebbe stato, se trovato si fosse nello stato elastico; si scorge allora che la combinazione è stata realmente accompagnata da una gran riduzione di volume.

148. Con tutto ciò non bisognerebbe concludere che la quantità di calorico che si sprigiona abbia dei rapporti costanti colle dimensioni che si stabiliscono anche nelle combinazioni che restano nello stato solido e nello stato liquido. Tale conclusione non può rigorosamente applicarsi che alle sostanze isolate e che non subiscono combinazione: la differenza dell' azione degli elementi in combinazione sul calorico, i cangiamenti che risultano dall' azione loro reciproca, e che variano colle temperature, alterano considerabilmente il risultato; così l' ossigeno ritiene la maggior parte del suo calorico nell' acido nitrico, e ne abbandona molto più nelle altre combinazioni, nelle quali prova esso una condensazione meno grande. Ma l' osservazione c' inse-

gna che quantunque non vi sia alcun rapporto tra le quantità, vi è però sempre eliminazione di calorico, allorchè una sostanza passa da una combinazione più debole in una combinazione più forte, a meno che quest' effetto non possa venir nascosto da quello dei cangiamenti di volume che accompagnano i cangiamenti di stato. Per cotal modo il gas ossigeno che si combina col gas nitroso, abbandona un poco di calorico, ne abbandona ancora unendosi all' acqua e poi ancora combinandosi con un alcali. Non havvi tra tutte le combinazioni note finora se non che il gas acido muriatico surossidato ed alcuni ossidi metallici i quali possano ridurci a congetturare che faccian essi eccezione.

149. Risulta da tutto ciò che abbiam detto che l'effetto immediato di ogni combinazione è una eliminazione di calorico; che quest' effetto può essere tenuto nascosto nelle combinazioni deboli, dai cangiamenti di dimensioni che provengono dal passaggio dello stato solido allo stato liquido, o dal passaggio dello stato liquido allo stato di fluido elastico; ma che quando le combinazioni sono energiche, l' effetto delle combinazioni relativamente al calorico, prevale sempre sopra quello della dilatazione accidentale di volume, e che nondimeno non havvi nelle combinazioni, tra i cangiamenti di dimensioni e le eliminazioni di calorico, le relazioni che si osservano tra le sostanze isolate; talmentechè si caderebbe in un

errore se si stabilisse come principio generale che la dilatazione è sempre accompagnata da raffreddamento, come si caderebbe in un altro errore se si pretendesse che la combinazione producesse costantemente del calore. Questi effetti possono talvolta compensarsi, oppure l' eccesso dell' uno sopra l' altro produce il risultato.

150. Il calorico che si sprigiona mentre ha luogo una combinazione, è una quantità tanto costante quanto è quello che viene determinato dalle dimensioni d' un corpo isolato; ma non si può giudicarla dalle dimensioni che stabilite si sono, comparate a quelle che precedevano. Altre condizioni che derivano o dall' affinità degli elementi della combinazione, o dall' azione loro reciproca, limitano la proporzione nella quale esso vi entra, e lo stato di condensazione nella quale vi si trova. Egli è con questa modificazione di rapporti del calorico colle dimensioni, che bisogna applicare ai corpi isolati e alle sostanze che subiscono una combinazione, i principj che sono stati stabiliti (104).

Non solamente si è spesso confuso questi due generi di fenomeni, ma il calorico specifico ancora, o la quantità di calorico combinato che un corpo può prendere o abbandonare, passando da una temperatura determinata ad un' altra, con tutto il calorico combinato ossia il calorico assoluto: cercherò ora di fissare lo stato delle cognizioni nostre su questo oggetto.

Crawford ha preteso di stabilire come un principio che le capacità del calorico non cangiano punto mentre un corpo conserva lo stato suo, dal che ha concluso che la capacità del calorico d' un corpo era proporzionale al suo calorico assoluto; cosicchè per mezzo d' una di queste quantità ha cercato di determinare qual fosse l' altra.

151. I gas ed i vapori seguono tutti, come si è veduto, le medesime leggi di dilatazione; ad una stessa temperatura prendono essi tutti una quantità di calorico proporzionale alle dimensioni determinate dalla compressione, ossia, la compressione restando la stessa, per arrivare alla medesima temperatura; ma non si conosce qual sia la differenza che può distinguere la loro capacità, vale a dire quale quantità di calorico esiga ciascun gas per arrivare ad una stessa dilatazione. S' ignora parimente se queste capacità cangino per mezzo delle elevazioni di temperatura, quantunque conservino tra esse il medesimo rapporto, ma facendosi attenzione che il gas ossigeno non ha che una debole capacità di calorico mentre certe combinazioni fanno vedere ch'esso ne contiene una grande proporzione, si troverà probabile che le capacità di calorico dei gas provano delle notabili variazioni a delle temperature lontane. In riguardo ai liquidi, e specialmente in riguardo all' acqua, le sperienze di Deluc e di Crawford sembrano provare ch' esse rimangono le stesse nell' intervallo termo-

metrico che separa la congelazione e l' ebollizione. In questo spazio, l'azione delle molecole sopra il calorico e l' azion loro reciproca, non sembrano provare cangiamento abbastanza considerabile perchè ne risulti un effetto sensibile nelle capacità, o almeno se havvi qualche variazione nel termine prossimo alla congelazione e specialmente in quello che s'accosta all' ebollizione, perchè il passaggio da uno stato all' altro il quale ha una influenza sulle dilatazioni ne ha probabilmente una sulla capacità del calorico. Per la spiegazione di questi fenomeni, si può adottare questa costanza nel calorico specifico; ma ciò che si è osservato in questa parte della scala termometrica non può più applicarsi alle differenti temperature che possono ricevere i corpi solidi.

Questi prendono lo stato solido, non perchè le molecole loro si tocchino che anzi havvi apparenza che siano esse ancora a grandissime distanze relativamente alle loro dimensioni; ma perchè l' azione che esercitano sopra il calorico e per la quale lo considerano, è in equilibrio coll' azion loro reciproca: quanto più si ravvicinano le loro parti, tanto più il calorico che rimane si trova condensato, e più forte è l' affinità che lo ritiene.

Questa supposizione ch' è fondata sugli attributi dell'affinità, mi sembra realizzata colle osservazioni ch' ho presentate sull'accumulanza del

calorico, quando l' azione sua diviene più potente di quella della forza di coesione o della compressione, e sulla distinzione che bisogna stabilire tra il calorico specifico del ghiaccio, dell' acqua, e del vapore dell' acqua che s' è formato sotto differenti compressioni al calore dell' ebollizione, o ch'è esposto a gradi superiori di temperatura (121, 122).

Da ciò dovrebbe risultare che il calorico specifico dei corpi solidi aumentasse a misura che le loro dimensioni diminuiscono ; ma da un' altra parte, le dimensioni vanno crescendo in una maggior proporzione, per mezzo di elevazioni eguali di temperatura, e la resistenza della coesione diminuisce: l' esperienza non ha ancora insegnato se questi effetti si compensino ovvero se uno sia maggiore dell' altro. Io concludo adunque che non v' ha alcun rapporto noto tra le capacità di calorico dei corpi solidi a temperature differenti, benchè nella picciola estensione di scala termometrica che separa la congelazione e l'ebollizione dell' acqua, questi cangiamenti possano essere abbastanza piccioli da non essere sensibili, imperciocchè le dilatazioni che questi gradi di calore producono, sono esse medesime estremamente picciole.

152. Crawford ha dato una grande estensione ai principj che da prima aveva adottati sulla costanza delle capacità di calorico nel tempo che

i corpi non cangiano di stato. Ha egli dedotto dalle variazioni di capacità che ha osservate in una combinazione, malgrado anche i cangiamenti di stato che potevano aver sofferto i suoi elementi, l'assorbimento o lo svolgimento di calorico che doveva essersi operato. In tal guisa egli ha spiegato i fenomeni della respirazione per mezzo della capacità di calorico dell' acido carbonico che si forma, comparata con quella del gas ossigeno.

Lascierò da un canto qui le incertezze che provengono dal metodo che egli ha impiegato per determinare le capacità di calorico delle sostanze gasose, e di quelle che formano delle combinazioni.

Gli autori della *Memoria sul calore* hanno cercato quale dovesse essere la quantità assoluta di calorico nell' acqua, determinando coll' esperienza il suo calorico specifico, e così pure quello di molte altre sostanze coll. quali l'hanno combinata, e la quantità di calore che si svolgeva in queste combinazioni; ma tali prove hanno dato dei calori differentissimi per il calorico assoluto dell' acqua, di modo che è sembrato loro che ciò distruggesse l' ipotesi che il calorico specifico è proporzionale a quello. Nondimeno hanno osservato eglino stessi ch' un picciolo errore nella determinazione del calorico specifico basterebbe per introdurre questa differenza, poichè esso non

può essere ch' una picciolissima quantità relativamente al calorico assoluto. Hanno poi fatta un' altra prova la cui conseguenza non lascia alcun dubbio. Hanno mescolato una parte di nitrato di potassa con otto parti d' acqua. Si sa che nella dissoluzione del nitrato di potassa si produce un raffreddamento, e che in conseguenza il calorico specifico della dissoluzione dovrebbe essere maggiore di quello delle due sostanze separate. Ora, il calorico specifico della dissoluzione che dipende solamente dall' acqua (non facendovi entrare nè tutto quello che appartiene al nitrato di potassa, nè l' accrescimento di sopra accennato), dovrebbe essere di 0, 88889, dando al calorico specifico dell' acqua il valore di 1, 0000; e l' esperienza non ha dato per il calorico specifico della dissoluzione che 0, 81670.

Il nitrato di potassa che in questa sperienza ha fatto diminuire il calorico specifico dell' acqua, contiene nondimeno più di 0, 30 d' ossigeno, il quale ha conservato quasi tutto il calorico che esso ha nello stato di gas; e secondo Crawford, il gas ossigeno ha quasi cinque volte più calorico specifico che non ha l' acqua. Si potrebbero accumulare facilmente delle considerazioni consimili le quali dimostrano che nulla si può concludere sul calorico specifico dagli elementi isolati d' una combinazione, relativamente a quello della combinazione, nè dal calorico specifico d' una so-

stanza, relativamente alla quantità totale ch' essa ne contiene, quantunque tutte queste quantità siano costanti, quando le condizioni sono le stesse.

Siccome la proporzion del calorico fa variare non solamente la forza di coesione, ma inoltre, cangiando le dimensioni in una maniera ineguale, introduce essa una forza che modifica l' azione chimica delle differenti sostanze, così conviene considerare presentemente le proprietà che ne derivano.

NOTE

DELLA TERZA SEZIONE

NOTA III.

Wedgwood (1) fa contro l' uso del calorimetro due obbiezioni che meritano di essere esaminate, tanto più ch' esse gli hanno impedito di servirsene per determinare le quantità di calorico che sono rappresentate dai gradi del suo termometro, il che avrebbe stabilito una comparazione esatta tra i gradi di esso termometro, e gli avrebbe dato un vantaggio di cui sono privi anche i termometri a mercurio.

(1) Trans. philos. 1784.

La prima di queste obbiezioni è fondata sulla proprietà che ha il ghiaccio di assorbire una certa quantità d'acqua, il che, secondo lui, rende incerti i risultati. Egli non ha fatta attenzione che gli autori hanno prescritto, allorchè il ghiaccio si trovava al di sotto di zero, = di pestarlo, di distenderlo in istrati molto sottili, e di tenerlo così qualche tempo in un luogo la cui temperatura sia al di sopra di zero. Bisogna osservare, hanno eglino aggiunto, che al principio d'ogni sperienza, il ghiaccio è già imbevuto di tutta la quantità d'acqua ch'esso può così ritenere. =

Si vede che con queste precauzioni l'acqua che il ghiaccio ha l'attività di assorbire non può mai essere una causa d'errore, poichè il ghiaccio rispetto a ciò si trova nello stato medesimo sì prima di cominciar l'esperienza, come nel punto ch'ella finisce.

La seconda obbiezione di VVedgwood cade sulla proprietà che ha l'acqua appena liquefatta di riprendere lo stato di ghiaccio alla medesima temperatura. Egli ha fatto in tal proposito delle singolari sperienze, le quali provano che il contatto de' corpi solidi può realmente produrre una nuova congelazione nell'acqua ch'è appena liquefatta, e che differiscono tra essi pel grado di detta proprietà. Spiega egli questo fenomeno specialmente per mezzo d'una evaporazione che suppone prodotta dal freddo.

La vera sua causa sembrami essere l'attrazione che il solido esercita, mercè la quale si sarebbe esso bagnato se l'acqua si fosse trovata più lontana dal termine della congelazione; ma nello stato in cui

essa si trova, quest'azione basta per sormontare quanto rimaneva di forza al calorico per produrre la liquidità. Quest' è dunque un fenomeno analogo alla separazione d' un sale ch' è tenuto in dissoluzione, pel contatto d'un cristallo del medesimo sale, od anche per un altro corpo solido, oppure è analogo alla congelazione dell' acqua, ch' è determinata pel contatto del ghiaccio (27). Questa causa però non può produrre alcun error sensibile nelle prove che si fanno col calorimetro, e ciò che vieppiù dimostra che questa prova non è soggetta alle incertezze che VVedgwood suppone, si è che le medesime sperienze ripetute più volte hanno dato dei risultati le cui differenze erano picciolissime, e tali ch' esse si trovano fino nelle sperienze di fisica che riguardate vengono come esattissime.

NOTA IV.

I cangiamenti di temperatura che hanno luogo nell'aria che prova una dilatazione o una condensazione, e che abandona o prende del calorico secondo le dimensioni che le vengono date, hanno ricevuto differenti spiegazioni, ma sempre però nella supposizione ch' essi fossero conformi all' indicazion del termometro. Cullen, che sembra essere stato il primo ad osservare l' abbassamento del termometro per la dilatazione dell'aria nella macchina pneumatica, lo attribuì al raffreddamento prodotto da una evaporazione. Saussure in vece prova che l'aria disseccata per mezzo

d' un alcali fa abbassare il termometro all' incirca tanto quanto l' aria umida, quando essa si dilata colla tromba pneumatica, mentre allora l' igrometro resta immobile alla maggior siccità, e per conseguenza l' evaporazione non può essere la causa del freddo prodotto (1). Lambert aveva osservato che il raffreddamento era tanto maggiore, quanto più prontamente l' aria si rarefaceva, e lo aveva spiegato per mezzo delle particole del fuoco attratte dall' aria, e a poco a poco rimpiazzate con delle altre particole emanate dal recipiente. E' appunto quest'idea alquanto vaga che accolta venne dallo stesso Saussure.

Nondimeno questo celebre fisico è obbligato di fare delle altre supposizioni per ispiegare degli altri fatti che derivano naturalmente dalla causa ch'ho indicata. Nollet aveva preteso che quando si estraeva l' aria dal recipiente il più secco, si vedeva sempre formarsi quel vapore o quella nube che sembrava cadere o condensarsi dopo qualche istante. Saussure fa vedere che quest'apparenza non ha più luogo allorchè sien prese le precauzioni necessarie per avere una disseccazione perfetta; di modo che la formazione di questa nube esige o un' aria umida in un dato grado, oppure che qualche porzione dell' apparato contenga dell' umidità. Egli crede che nelle sperienze di Nollet, vi fossero nei stantuffi della sua tromba un' umidità occulta, la quale cangiandosi in vapori elastici, quando l' aria si rarefaceva, si slanciasse con forza nell' interno del recipiente.

(1) Essais sur l'Igrométrie.

Pensa egli altresì che i vapori vescicolari si formino ad una distanza dal capello dell' igrometro, il quale non n' è punto affetto, e che s' innoltra al secco; il che è contrario all' osservazione, poichè quando l' aria si trova saturata d' acqua al punto conveniente, si scorgono subito i vapori vescicolari ed i colori che da essi spiccano in tutta l' estensione del recipiente. La dilatazione obbliga l' acqua del capello a ridursi in vapori, e quindi deve camminare al secco; ma quando la quantità d' acqua tenuta in dissoluzione è bastante, il freddo che sopravviene ne obbliga una porzione a ridursi in vapore vescicolare, perchè l' intensità sua è tale in quel momento, che l'effetto suo prevale, relativamente al vapore, a quello della dilatazione. Detta porzione precipitata pel freddo nuovamente viene in breve disciolta per mezzo della temperatura comunicata, talmentechè le vescicole spariscono. Se, dopo d' aver compressa l' aria, si fa cessare la compressione, il freddo prodotto dalla dilatazione sua dà egualmente origine al vapore vescicolare; ma quando si comprime l' aria, allora più non si scorgono vapori vescicolari, quantunque l' igrometro cammini all' umido, perchè allora la temperatura dell' aria è troppo elevata, ed è alle pareti dell' apparato che l'umidità deve depositarsi per l'abbassamento di temperatura che succede.

Pictet (1) cita dei fatti che lo conducono a supporre che il fuoco trasporti, nel movimento che gli è proprio, l' acqua che si trova in un capello igro-

(1) Essais de Physique p. 145.

metrico, oppure gliela riporti, secondo la direzione del suo movimento; riceve egli in conseguenza da Deluc la qualificazione di fluido deferente che questi dà al fuoco a cui attribuisce questo trasporto di vapore.

Tale supposizione mi sembra incompatibile coll'idea che dobbiam formarci del calorico o combinato con una sostanza, o radiante, e con quella che si può concepire della forza meccanica del fuoco che si muove in una direzione orizzontale, talmentechè se i fatti fossero anche inesplicabili, non sarebbe questa una ragione per ammetterla. Ecco i fatti:

Avendo posto egli un termometro ed un igrometro in un pallone vuoto d'aria, ma ripieno di vapori acquosi, alla temperatura di quattro gradi, trasportò egli il pallone in una stanza vicina, la cui temperatura era precisamente al termine della congelazione; l'igrometro che segnava 98 gradi camminò alla siccità, ed a capo di 4 minuti, non ne segnava che 91: il termometro nel pallone erasi raffreddato d'un grado; l'igrometro continuò a discendere al secco, ed alcuni minuti dopo non era che a 89 gradi; ma a capo di 20 minuti, il termometro del pallone essendo giunto a zero, trovò l'igrometro rimontato a 94 gradi, e 5 minuti più tardi esso fu a 91 $\frac{1}{2}$, ove dimorò stazionario. Appena il pallone rimase un minuto nella temperatura più bassa che comparve una rugiada. Avendo trasportato il pallone da una temperatura più bassa ad una temperatura più alta, osservò gli stessi fenomeni in un ordine inverso.

Mentre quella porzione d'un vapore ch'è la prima

a ricevere un abbassamento di temperatura, si riduce in liquido, l'altra che resta nello stato di vapore deve conservare all'incirca la stessa temperatura, come accade all'acqua nella quale si forma il ghiaccio, perchè la porzione che diventa solida, la mantiene col calorico ch'essa abbandona; il capello si è dunque trovato in un vapore più raro, ma ad una temperatura simile, o poco differente, ha dunque esso dovuto camminare al secco finattantochè la temperatura siasi abbassata e messa in equilibrio coi corpi circostanti. Allora il capello è giunto allo stato igrometrico che conveniva all'umidità e alla temperatura; nel caso contrario l'evaporazione ha avuto un'influenza eguale sulla temperatura, e per conseguenza sullo stato igrometrico.

Ciò che conferma questa spiegazione si è che il termometro stesso ha seguito simile cammino, e vi è apparenza ch'esso non abbia precisamente indicato lo stato della temperatura, a cagione del calorico radiante che ha potuto ricevere dal pallone ovvero che ha potuto trasmettergli.

NOTA V.

„ La forza ripulsiva di due molecole d'un gas, che trovansi vicine non è sempre la stessa a temperature eguali, qualunque ne sia la sua condensazione; essa è in ragione diretta della temperatura ed inversa della distanza mutua di esse molecole, ovvero, il che è lo stesso; è proporzionale alla radice cubica

del volume del gas ne' suoi diversi stati di condensazione o di rarefazione. Per dimostrarlo, consideriamo un volume di gas ridotto colla compressione all'ottava parte. In questo nuovo stato vi sarà quattro volte più di molecole, e per conseguenza quattro volte più di forza elastica, relativamente ad una data superficie; cosicchè essendo la pressione otto volte maggiore, è necessario che la tensione di detta forza elastica sia due volte maggiore. Onde segue ch' essa è reciproca alla distanza scambievole delle molecole vicine, le quali in questo stato è due volte minore. ,,

,, Segue pure da quanto precede che se c' immaginiamo dei volumi eguali di due differenti gas rinchiusi in due recipienti d' una medesima capacità ed inestensibili; se supponiamo che ad una data temperatura, la forza elastica di questi due gas sia la medesima, aumentando nello stesso modo la temperatura, l' accrescimento della loro forza elastica sarà pure lo stesso, poichè non dipende esso che dalla temperatura. Immaginiamoci ora che i recipienti che li contengono, sieno estensibili; i due gas si dilateranno finattantochè le loro forze elastiche sieno eguali alla pressione dell' atmosfera che circonda questi recipienti; e come per ogni gas il volume è in ragion inversa della forza elastica, così i due gas prenderanno lo stesso volume e si dilateranno egualmente. Quest' è in fatti ciò che il cittadino Gai Lussac ha riconosciuto per mezzo d' un gran numero di sperienze. Pertanto si vede che questo fatto interessante è legato a quello dell' accrescimento della forza elastica dei gas in ragione inversa del loro volume, e

per conseguenza è legato ancora a quel principio generale che la forza ripulsiva delle molecole dei gas è indipendente dal loro allontanamento scambievole, e non dipende che dalla temperatura. „

„ Havvi anche ragione di credere che nel gas condensato siavi più calore, a volume eguale, poichè la forza elastica delle molecole vicine è allora aumentata. Per conseguenza se il volume è ridotto colla compressione alla metà, si svolge dal gas meno della metà del calore che conteneva nel primitivo suo stato, il che è conforme alla velocità osservata nel suono. „

NOTA VI.

Il conte di Rumford ha fatto una singolare sperienza sul calore che può essere prodotto collo strofinamento (1). Ha fatto egli movere con rapidità un trapano ottuso in un cilindro di bronzo di 13 libbre, peso inglese, ed ha osservato che il trapano aveva, nello spazio di due ore, con una pressione equivalente a 100 quintali, ridotto in polvere 4115 grani di bronzo e che si era sprigionato durante questa operazione una quantità di calore che avrebbe potuto innalzare 26,38 libbre di acqua dalla temperatura del gelo a quella dell' ebollizione. Non ritrovò alcuna differenza tra il calorico specifico della polvere metallica e quello del bronzo che sofferto non aveva

(1) Essais, vol. II.

lo strofinamento. Ciò gli fece credere che il calore non sia dovuto che ad un movimento impresso e non al calorico, come la maggior parte dei chimici lo considerano.

Io mi limiterò ad esaminare se il risultato di questa esperienza obblighi a dover rinunziare alla teoria del calorico, considerato come una sostanza che entra in combinazione coi corpi, e se non si possa dare una spiegazione soddisfacente coll' applicazione delle leggi dedotte dalla comparazione degli altri suoi effetti.

Riguardando lo svolgimento del calorico come l'effetto della diminuzione di volume prodotta dalla compressione, non è la sola limatura che ha dovuto contribuire a questo sprigionamento; ma tutte le parti ancora del cilindro di bronzo, quantunque in una maniera inegualissima, per lo sforzo di espansione della parte ch' era la più compressa e che provava la più alta temperatura senza poter prendere le dimensioni che convenivano a questa temperatura, sulle parti le meno riscaldate e le meno dilatate, di modo che vi ha dovuto essere una condensazione di metallo relativamente alle sue dimensioni naturali, che diminuiva dal luogo della più forte compressione fino alla superficie: supponiamo l' effetto uniforme in tutto il cilindro.

Si è dovuto svolgere colla diminuzione di volume un calor eguale a quello che prodotto avrebbe un aumento simile di volume supponendosi che i calori specifici del metallo non cangino in questa estensione della scala termometrica, e che le dilatazioni sieno uniformi; il che deve poco allontanarsi dalla realtà per

delle temperature e delle dilatazioni vicine. Tutto il calore sprigionato avrebbe dato al cilindro 160 gradi circa del termometro di Reaumur, e se la dilatazione del bronzo per mezzo del calore fosse eguale a quella che si è riconosciuta nel ferro, la quale è di 1/75000 per ciascun grado del termometro, li 180 gradi avrebbero prodotto una dilatazione di 2/7500 in ciascuna delle sue dimensioni, e la riduzione di volume dovuta alla compressione supposta eguale a quest' aumento, ha dovuto produrre lo stesso grado di calore.

Ora la percussione, l' azione del torchio, la compressione delle trafile producono talvolta un cangiamento considerabile sul peso specifico dei metalli; sembra per esempio che possa esso aumentarsi più d' un ventesimo nel platino e nel ferro battuto.

Si vede dunque che l' esperienza del conte di Rumford è ben lontana dal presentarci una spiegazione fondata sopra una proprietà nota ed indubitata.

Egli è facile il dare delle spiegazioni imponenti sopra i fenomeni del calorico; ma se ad una persona poco abituata alle chimiche speculazioni si dicesse, il cilindro del conte di Rumford ha dato in due ore d' uno strofinamento violento tanto calore quanto 15 kilogrammi (a) di ghiaccio ne avrebbero assorbito per ridursi in acqua senza cangiare di temperatura, o due ettogrammi (b) di gas ossigeno per combinarsi col fosforo, io non so quale di questi due fenomeni la sorprenderebbe di più.

(a) (Once quattro cento novanta circa, composte di grani 576 l' una.)

(b) (Once sei e mezza circa.)

I piccioli cangiamenti che possono sopravvenire nella quantità del calorico combinato, hanno una così debole influenza sulla capacità del calorico in una piccola estensione della scala termometrica, che diventa essa interamente invalutabile, e noi non abbiamo ancora i dati necessari per riconoscere quali siano i cangiamenti che rispetto a ciò hanno luogo in un corpo solido, secondo lo stato di condensazione nel quale è stato messo da una forza meccanica e a temperature lontane.

D' altronde, nell' esperienza che Rumford ha fatto per esaminare il calore specifico della limatura di bronzo che si era formata, egli l' ha riscaldato fino alla temperatura dell' acqua bollente; ma questo minerale elasticissimo ha dovuto riprendere in parte, tosto che si è trovato libero e specialmente in questa ultima operazione, lo stato di dilatazione e la proporzion di calorico che gli conviene ad una certa temperatura, e quindi l'effetto della compressione che esso aveva provata ha dovuto in parte disparire, nel modo stesso che un metallo battuto a freddo riprende le proprietà sue nel ricuocerlo.

NOTA VII.

„ Ecco, dice Deluc (1) una sperienza con cui „ Watt si è assicurato che l' acqua perde propor- „ zionalmente maggior calore colla evaporazione „ ordinaria che coll' ebollizione. Questa sperienza

(1) Ann. de Chim., t. VIII., p. 79.

„ ch' egli volle ripetere in mia presenza, sono sei
„ o sett' anni, fu fatta in un vaso di latta, di otto
„ pollici circa di diametro, contenente dell' acqua
„ più calda del luogo, e messa in evaporazione nell'
„ aria libera. Detto vaso conteneva altresì un ter-
„ mometro il quale, agitando dolcemente l' acqua,
„ indicava esattamente le perdite di calore che l' a-
„ cqua provava, nel tempo stesso che le perdite sue
„ di peso erano indicate da una bilancia alla quale
„ il vaso stava sospeso. Un altro vaso simile con-
„ tenente una stessa quantità d' acqua, alla medesima
„ temperatura, e fu collocato ad una piccioia distanza;
„ ma quest' acqua era coperta d'una carta unta d'olio
„ affin d' impedire l' evaporazione sua. Dopo l' es-
„ perienza, il calor perduto da quest' ultimo vaso,
„ fu dedotto dalla perdita di calore provato nello
„ stesso tempo dal vaso in cui l' acqua svaporava,
„ e il rimanente di questa perdita essendo stata com-
„ parata con quella del peso, il risultato fu che
„ l' acqua svaporata considerata sola, aveva levato
„ a questo vaso una quantità di fuoco proporzional-
„ mente maggiore, che non ne contenevano i vapori
„ dell' acqua bollente. „

In conseguenza dei principj che ho qui esposti, l' acqua che nell' evaporazione prende lo stato elastico colla combinazione sua con l' aria, deve prendere una quantità di calorico proporzionale al suo volume reale, e alla temperatura dalla quale dipende la tensione sua: ora il vapore dell' acqua che si forma sotto la pressione dell' atmosfera, e a un grado di calore di 80 gradi, deve prevalere per queste due

condizioni sopra quella ch' è tenuta in dissoluzione dall' aria, sotto una stessa compressione e ad una temperatura più bassa.

Sembra che Watt abbia voluto concludere da questa sperienza, che il vapor dell' acqua conteneva tanto meno calorico specifico, quanto più era esso stato formato sotto una compressione maggiore.

Ma non vi sarebbe forse una qualche circostanza che avesse potuto ingannare sul vero risultato di questa sperienza? Nel vaso ch' era scoperto, e la cui acqua aveva una temperatura superiore a quella dell' aria, la porzione del liquido che prendeva lo stato elastico combinandosi con l' aria, dava a questa una leggerezza specifica maggiore che se l'aria fosse stata riscaldata allo stesso grado senza combinarsi coll' acqua; si è dunque dovuto stabilire una corrente più rapida sopra il vaso scoperto che sopra l' altro, ed una maggior quantità d'aria ha dovuto riscaldarsi e contribuire al raffreddamento dell' acqua del primo vaso.

NOTA VIII.

Deluc pretende (1) che tra tutti i liquidi il mercurio sia quello i di cui i cangiamenti nel volume rappresentano colla maggiore esattezza le variazioni del calore anche nelle temperature bassissime. Per istabilir quest' opinione egli suppone 1.° che il mer-

(1) Recherches sur les mod. de l'Atm. tom. II.

curio non provi alcuna contrazione gelandosi; 2.° che l' alcool si dilati congelandosi, e che questa dilatazione affetti il suo cammino per gli abbassamenti di temperatura, come quella dell'acqua che s'accosta alla congelazione. Ma Cavendisch ha fatto vedere che il mercurio prova una contrazione che equivale alla dilatazione che causerebbe l' elevazione di 404 gradi di Fahreneit. In una sperienza di Braun sembra anche aver passato i 500 gradi, il che darebbe una contrazione di 1/23 del suo volume. Non si è ottenuta la congelazione dell' alcool al maggior grado di freddo che siasi prodotto. D'altronde nulla ci porta a credere ch' esso possa provare un aumento di volume se si giungesse a gelarlo. L'analogia ci farebbe credere piuttosto ch' esso dovesse provare una contrazione, perchè gli olj si contraggono secondo l' osservazion di Deluc, e che, secondo quella di Cavendish, anche l' acido nitrico e l' acido muriatico subiscono questo medesimo effetto; talmentechè la contrazione, che è una conseguenza dell' accrescimento dell' azione reciproca sembra essere il fenomeno il più generale, e la dilatazione che si è osservata nella congelazione dell' alcool mescolato con l' acqua, non dev' essere attribuita che all' ultima.

Non v' è ragione alcuna di credere che la contrazione che prova un liquido che passa allo stato solido, non produca un effetto nei gradi di temperatura che precedono quello della loro congelazione, come la dilatazione ch' è dovuta alla cristallizzazione ne produce uno contrario, e come egualmente lo fa la dilatazione ch' è dovuta al calore; imperciocchè

Deluc ha fatto vedere che quanto più i liquidi s' accostano alla vaporizzazione tanto più sono grandi le dilatazioni ch' essi provano ad uno stesso grado di calore.

Havvi dunque in tutti i liquidi due cause che impediscono che la loro dilatazione e la loro condensazione non siano una misura esatta dei cangiamenti di temperatura. La prima è la dilatazione progressiva ch' essi provano approssimandosi all'evaporazione; la seconda è la dilatazione o la condensazione alle quali vanno essi soggetti approssimandosi alla congelazione, e gli effetti di queste due cause si complicano e variano secondo la distanza che li separa in ogni liquido.

Il cammino del mercurio deve essere più regolare nei gradi superiori di temperatura di quello dell' alcool e di quello degli olj, i quali sotto questo rapporto differiscono secondo la volatilità loro. Nei gradi inferiori, al contrario, l' alcool deve rappresentare con maggior esattezza le differenze di temperatura, e mi sembra che non si debba considerare come un' irregolarità, che bisogna attribuire intieramente all'alcool, la differenza che si trova fra l' indicazione sua e quella del termometro a mercurio; poichè Deluc osservò che un termometro fatto con l' alcool non era che a 7°, 7, mentre quello a mercurio segnava 10, e Blagden avendo messi due termometri fatti con l'alcool, con un termometro a mercurio in un miscuglio fulgorifico, l'uno dei due primi segnava 29, l'altro 30, mentre quello a mercurio

era a 40 di Fahreneit (1), quantunque questi termometri fossero stati messi d'accordo al termine della congelazione.

NOTA IX.

Perchè il calorico sotto forma di luce si svolge più ordinariamente da questa specie di combinazione, e perchè a motivo di tale circostanza si chiama infiammazione o combustione, si è creduto che qualunque svolgimento di luce fosse un effetto d'una combustione o d'una combinazione nella quale l'ossigeno prova una condensazione, e si è concluso che la teoria adottata sulla combustione si trovava smentita, giacchè l'esperienza faceva scoprire delle combinazioni con isvolgimento di luce senza che l'ossigeno ne avesse avuta parte. Si è stimato di trovare questo vantaggio nelle sperienze pubblicate dai chimici olandesi, la cui associazione ha prodotto dei travagli cotanto importanti per la chimica, sopra una ignizione che presenta le apparenze d'un'infiammazione, quantunque dovuta non sia alla condensazione dell'ossigeno (2); ma a una combinazione dello zolfo coi metalli.

Schéele aveva già osservato il fenomeno che forma

(1) Historg. of the congel. of quiet silver. Trans. philos. 1783.

(2) Exper. sur l'inflammation du melange du soufre avec différents métaux. Journ. de Mines, n° II.

l' obbietto delle ricerche dei chimici olandesi: „ si „ vede, dic' egli (1), che quasi in tutte le combi- „ nazioni in cui i metalli che sono atti ad unirsi al „ fuoco collo zolfo si formano, il miscuglio s'infiamma „ nel medesimo istante. Un effetto della stessa na- „ tura si produce qualora questi miscugli si fanno in „ vasi chiusi. Mescolai tre once di limatura di ferro „ con un' oncia e mezza di zolfo in polvere fina, e „ le misi in una picciola storta di vetro che ne fu „ riempiuta per tre quarti: attaccai al suo collo una „ vescica umettata e vuotata d'aria, e a poco a poco „ esposi la storta al fuoco dei carboni ardenti. Quando „ il fondo della storta cominciò ad arrossare, gli „ orli della massa vennero coperti d'una viva luce „ di rosso porporino che vieppiù si estese finattan- „ tochè il mezzo divenne egualmente rosso; allora „ gli orli s'oscurarono, e la luce porporina del mezzo „ disparve tosto.... Distillai dello zolfo con della „ limatura di piombo ed ottenni la stessa luce di „ rosso carico. „

I chimici olandesi che hanno fatto delle sperienze simili, hanno osservato che il rame era il metallo il più proprio a produrre questo fenomeno; che la proporzione la più conveniente era di 40 grani di metallo, e di 15 grani di zolfo, e che diminuendo od aumentando l'ultimo, l'effetto diventava più debole: che dopo il rame veniva il ferro, il piombo, lo stagno, ed in fine lo zinco; ma che l'antimonio ed il bismuto non presentavano questa proprietà.

Ho ripetuto la sperienza col rame, ed anche sopra

(1) Traité chim. de l'air et du feu p. 192.

proporzioni molto più considerabili, ed ho osservato che lo svolgimento della luce porporina era accompagnato da un grande calore, il quale improvvisamente prodotto, faceva scoppiare il vaso di vetro nel quale era contenuto il miscuglio, e che quest' effetto era istantaneo e non durava che nel tempo in cui la combinazione dello zolfo e del metallo poteva operarsi.

Non ho potuto produrre questa ignizione collo zinco, ma lo zolfo si è volatilizzato intieramente, ed in fatti lo zolfo non entra in combinazione collo zinco; ciò che mi fa congetturare che i chimici olandesi abbiano confuso la vera combustione dello zinco con l' ignizione di cui si tratta; per ciò sono stati essi obbligati d' impiegare l' azione viva de' soffietti, e la fiamma è stata in questo caso viva, chiara e bianca, il che forma il carattere della combustione dello zinco.

Queste sperienze sono state ripetute a Torino (1) ove si è osservato che quando si sottometteva ad un calore sufficiente un solfuro di ferro formato con un fuoco dolce per ridurre il miscuglio in una massa, aveva esso, dopo la folgorazione, l' aspetto d' una sostanza molto più solida di prima.

Gli autori di queste sperienze hanno provato che con gli ossidi e lo zolfo si formava dell' acido solforoso senza svolgimento di luce, e che al contrario coi metalli si otteneva l' apparenza luminosa senza produzione d'acido. Eglino ne conclusero che questi fatti „ sembrano confermare la dottrina di Stahl, e

(1) Mém. de l'Acad. de Turin, t. VI.

„ distruggere almeno in parte quella dei chimici „ pneumatici sulla natura dei regoli metallici. „

Mi pare che non si dovrebbe scegliere per combattere questa dottrina che si chiama pneumatica, dei fatti che completamente si spiegano co'suoi stessi principj. Gli ossidi possono formare dell'acido perchè possono appunto cedere dell'ossigeno allo zolfo. Non danno essi della luce nell'atto della combinazione loro, perchè l'acido volatile che si sprigiona può prendere il calorico in combinazione.

NOTA X.

Molti corpi diventano luminosi in differenti circostanze. Mi sembra che le cause di questo fenomeno debbano essere riferite alle seguenti.

Un corpo diventa luminoso o perchè s' innalza la temperatura sua, o perchè subisce una combustione, una combinazione cioè coll' ossigeno, o perchè esposto ai raggi della luce ne assorbe una certa quantità che non entra che in debole combinazione, e che conserva il suo stato elastico, come appunto si scorge essere ritenuta l'aria dall'affinità di alcuni corpi, e con tutto ciò non perdervi che in parte lo stato suo elastico.

La luce prodotta collo sfregamento può venire o dalla temperatura rialzata per via della compressione e ravvicinamento delle molecole che la eccitano, oppure dalla combustione; queste due cause possono trovarsi riunite. Tommaso Wedgwood ha provato che i corpi solidi diventavano luminosi, quand' essi

giugnevano ad una certa temperatura che non sembra molto differire tra essi (1). Se dunque la compressione può produrre in alcune molecole un ravvicinamento abbastanza grande per innalzare la temperatura loro al termine conveniente, debbono esse divenire luminose, quantunque questa differenza di temperatura non possa avere che una debole influenza sul termometro e sui corpi vicini.

Lo stesso chimico ha fatto un' osservazione interessante sopra questo fenomeno, ed è che un corpo diventa luminoso, quando il calor suo proviene da una sostanza che non aveva questa proprietà, per esempio da un gas, come se ella gli fosse stata comunicata da un corpo luminoso; il che conferma l' identità sostanziale della luce e del calorico.

La luce che proviene dall'elevazione di temperatura dei corpi, si produce quand' essi sono collocati nel gas azoto e nell' acido carbonico, e così pure quando collocati sono nel gas ossigeno. Quella al contrario ch' è dovuta alla combustione, non ha luogo che quando havvi dell' ossigeno.

Egli è a questa seconda specie che appartiene la proprietà luminosa di molte sostanze che sono state confuse sotto il nome di fosfori: tali sono il fosforo di Canton, il fosforo di Bologna, alcuni nitriti, ec.

Si aumenta la proprietà di queste sostanze, alzandosi la temperatura loro, ma se ne accelera la distrazione.

Halme ha ultimamente pubblicato delle sperienze particolari sopra una luce di questa specie che spon-

(1) Trans. philos. 1792.

taneamente danno alcuni pesci ed alcune altre sostanze. (1)

I pesci che furono principalmente l' oggetto delle ricerche sue ; sono gli sgomberi e le aringhe.

La luce che n' emana, precede la putrefazione che la distrugge ; essa è prodotta egualmente dalle parti interne che si mettono allo scoperto e dalla superficie. Ella resta fissata in un liquido che trapela alla superficie , e dal quale si può separarla per mezzo d' una lamina.

Questa materia comunica la sua proprietà luminosa ad alcuni liquidi e non ad alcuni altri. L' acqua sola non diventa luminosa , nemmeno quand' è impregnata d' acido carbonico , o di altri acidi , d' alcali ; di calce , d' idrogeno solforato , ec. Essa diventa luminosa quando tiene in dissoluzione la maggior parte dei sali neutri ; ma bisogna che la proporzione dei sali non sia troppo grande : il liquido allora acquista detta proprietà con un' addizione bastante d' acqua ; l' agitazione aumenta l' effetto. La superficie è quella specialmente ch' è luminosa. Questa luce dura alcuni giorni , dopo i quali finisce.

Le apparenze ch'io ho osservate mi portavano a credere che potessero queste dipendere dal gas idrogeno fosforato ; ma son necessarie delle sperienze precise per conoscere la causa di tale proprietà.

Hulme ha inoltre osservato che un verme lucente, collocato ad una temperatura bassissima ha cessato d' esser luminoso ; che ha ripreso questa proprietà facendolo passare in una temperatura più elevata; che

(1) Trans. philos. 1800.

il legno vecchio e le altre sostanze luminose sono egualmente affette dai cangiamenti di temperatura; che un calore che s' approssima a quello dell' acqua bollente, distrugge del pari questa proprietà, e che i vermi lucenti possono essere luminosi anche dopo la loro morte: il che prova che non è la respirazione quella che dia loro questa proprietà. Il termometro non prova alcuna impressione da tutti questi corpi luminosi, non per altro se non perchè il calorico si svolge sotto forma di luce.

Certi corpi, in fine, diventano luminosi, allorchè si espongono ad una viva luce. Sembra ch'essi non provino alcun cangiamento nella loro composizione, quantunque spesso non si rinnovi il fenomeno. Egli è in questi ch' io ammetto una debole combinazione di luce la quale ha ritenuto in parte lo stato suo elastico; ma non v'è poi che un' analogia che mi conduca a questa spiegazione, e questa causa della proprietà luminosa è molto più oscura ed incerta delle precedenti.

Ho detto che la presenza dell' ossigeno era necessaria per lo svolgimento della luce che dovuta era ad una combinazione; non bisogna peraltro riguardare questa causa come unica, come nella nota precedente ho di già rimarcato.

NOTA XI.

Mi è sembrato importante il determinare la differenza che poteva esistere tra l' azione del fluido elettrico e quella del calorico, e la causa ancora che

simili render spesso poteva gli effetti loro; tanto più che nelle lezioni delle scuole normali tale similitudine d' effetto m' aveva fatto adottare l' opinion di quelli che hanno riguardato il fluido elettrico come lo stesso calorico. Ho in conseguenza pregato il cittadino Charles di permettere ch' io potessi servirmi de' suoi grandi apparati onde fare le sperienze che mi sembravano proprie a quest'oggetto. Ha voluto egli stesso incaricarsi di farle con quella gentilezza che i confratelli suoi sono sempre certi di trovare in lui. Vado ora a presentare il risultato tale, qual mi fu comunicato da Gay Lussac che ha cooperato a queste sperienze.

Un filo di platino è stato sottoposto a delle commozioni prossime a quelle che operar potevano la combustione, e per assicurarsene si eccitò una commozione tale che fuse o disperse una porzione del filo. In seguito si sono impiegate delle commozioni un pò meno forti, e tosto, dopo ciascuna, si toccava il filo per giudicare della temperatura a cui si trovava; si sentiva un calore il quale, dopo alcuni minuti, era dissipato, ma che si è valutato simile, tutto al più a quello dell' ebollizione dell' acqua. Se l' elettricità liquefacesse i metalli e li mettesse in combustione per mezzo del calore ch'essa eccita, il filo di platino avrebbe dovuto approssimarsi (dopo una commozione poco differente di quella che prodotto avrebbe la sua dispersione e la sua combustione) al grado di temperatura che può causare la sua liquefazione: ora questo grado ch' è il più elevato che ottener si possa, sarebbe, secondo la valutazione più o meno esatta di Wedgwood, di 32277 gradi di Fahreneit.

Quando la commozione è abbastanza forte per distruggere l' aggregazione del filo di platino, essa comincia col distaccare delle molecole dalla superficie le quali si esalano come una specie di fumo; se questa è abbastanza forte per produrre la combustione, ciò che rimane del filo sembra squarciato in filamenti.

Un termoscopio annerito coll' inchiostro e collocato nella corrente d' una forte scintilla elettrica, non ha provato che una dilatazione che equivaleva all' incirca ad un grado del termometro di Reaumur, e questo leggiero effetto poteva dipendere dall' ossidazione del ferro dell' inchiostro: collocato accanto di questa corrente, non ha presentato alcuna dilatazione, quantunque l' aria fosse necessariamente affetta dall' azione elettrica: lo stesso è avvenuto quand' è stato messo in contatto con un conduttore metallico che riceveva una corrente meno energica che nelle precedenti sperienze.

Un cilindro di vetro ripieno d'aria con un eccitatore a ciascuna delle sue estremità, ad una delle quali era fissato un tubo che comunicava con un altro cilindro ripieno d' acqua, produceva a ciascuna commozione un' impulsione la quale innalzava l' acqua più d' un decimetro (a) sopra del suo livello; ma l' effetto suo era istantaneo.

Siffatte sperienze mi sembrano provare che egli non è per un' elevazione di temperatura che l' elettricità agisca sulle sostanze e sulle combinazioni loro, ma

(a) (Equivale a tre pollici, otto linee ed un terzo.)

per una dilatazione che allontana le molecole dei corpi. Il debole calore ch' è stato osservato nel filo di platino, non è che l' effetto della compressione prodotta dalle molecole che son le prime a provare l' azione elettrica, o che la provano ad un più alto grado. Deve ella essere comparata a quella che si eccita colla percussione, o colla compressione.

Se la dilatazione fosse un effetto del calore, quella che un gas ha provata nella sperienza testè enunciata, non sarebbe stata istantanea; essa non avrebbe provato che una diminuzione progressiva pel raffreddamento, come quando l' espansione sua è dovuta al calore.

Nella sperienza colla quale si decompone il gas ammoniacale, questo gas prova indubitatamente l'azione dell' elettricità, e con tutto ciò non si riscalda punto; tostochè la decomposizione è finita il volume suo resta costante, perchè l' azione elettrica di cui sogliam servirci in questa sperienza non è abbastanza energica per produrre una dilatazione che scorgere si possa. Quando la commozione non è fortissima, non si cagiona alcuna dilatazione sensibile in un gas, perchè l' impulsione non essendo graduata come l' espansione che è dovuta al calorico, ma essendo eccitata istantaneamente, la resistenza del fluido diventa grandissima, e non può esser vinta che quando la dilatazione ha molta energia.

Una sperienza di Deiman e de' suoi dotti associati conferma questa spiegazione. Hanno essi fatto passare una commozione attraverso del piombo collocato in un vaso ripieno di gas azoto che non poteva ossidarlo;

si è ridotto esso in polvere, conservando tutte le sue proprietà metalliche; se avesse esso provato una simile liquefazione coll' azione del calore, il suo raffreddamento sarebbe stato graduato, e si sarebbe congelato in una sola, o in molte masse.

Quando si sottomette un metallo all' azion elettrica, bisogna dunque distinguere gli effetti immediatamente prodotti dall' elettricità, da quelli che dovuti sono all' ossidazione sua. I primi si limitano a diminuire od a distruggere gli effetti della forza di coesione, ad allontanare le molecole del metallo, ed a disperderle. Se si sprigiona con ciò un pò di calore, esso non è dovuto che alla compressione che provano alcune parti; ma quelli che dovuti sono all' ossidazione, producono un alto grado di calore, ed allora gli effetti prendono tutta l'apparenza di quelli d' una combustione ordinaria; da ciò segue che i metalli i più ossidabili sono quelli che s'arroventano più facilmente, e che offrono sovente le proprietà d' un metallo ch' è liquefatto dal calore.

L' elettricità favorisce questa ossidazione, appunto perchè diminuisce essa la forza di coesione; egli è in cotal modo che un alcali rende l' azione dello zolfo molto più potente sull' ossigeno, distruggendo la forza di coesione che le era opposta, e che un metallo, disciolto in un amalgama, si ossida molto più facilmente che quand' è nello stato solido. Non è che col distrugger così gli effetti della forza di coesione, il calore stesso produca l' ossidazione dei metalli, ma l' azione espansiva dell' elettricità dee avere molto vantaggio sopra quella del calorico,

perchè l' azione sua è limitata a quel solido che si trova nella corrente sua; talmentechè il gas non prova per se stesso una dilatazione che contraria sia alla condensazione che accompagna la combinazione. A questa circostanza puossi applicare quanto si osserva sull' azion del gas idrogeno il quale può ridurre completamente un ossido di ferro collocato nel foco d' un vetro ardente, quantunque l'acqua, i cui due elementi egualmente ricevono il calore, sia decomposta da questo metallo.

Egli è probabile che egualmente si debba all' effetto espansivo d' una corrente elettrica che si stabilisce fra due metalli, tra i quali interposto siasi uno strato d' acqua, l' ossidazione che Fabroni ha osservato tra quelle sostanze messe in contatto nell' acqua, e che sembra limitarsi in tal caso alla combinazione dell' ossigeno ch' è tenuto in dissoluzione in questo liquido (1).

Tutti gli effetti chimici prodotti nelle sostanze sottomesse all' azione dell' elettricità, mi sembrano potersi dedurre da queste considerazioni, ed ispiegarsi per mezzo della diminuzione della forza di coesione, la quale è un ostacolo alle combinazioni che tendono a formare le loro molecole; ma rimane a determinarsi le differenze che possono presentare l' elettricità positiva e l' elettricità negativa; gli effetti chimici della pila di Volta possono essere molto più considerabili di quelli dell' elettricità ordinaria, quantunque sia questa dotata d'una tensione molto maggiore: perchè

(1) Journ de Phys., vendem. an 8.

l' azione sua essendo necessariamente interrotta, gli effetti chimici che esigono del tempo per consumarsi, non potrebbero che cominciarsi ad eseguire, e sarebbero anche distrutti col pronto ristabilimento del primo stato del corpo, in vece che la permanenza dell' azione dell' apparato elettromotore, quantunque più debole ad ogni istante, può dar luogo ai cangiamenti chimici ch' essa favorisce, diminuendo gli effetti della forza di coesione.

Io stesso non riguardo le spiegazioni che ora avventurai che come delle congetture che l' osservazione può confermare, o distruggere.

SEZIONE IV.

DELL' EFFETTO DELL'ESPANSIONE E DELLA CONDENSAZIONE NELLE SOSTANZE ELASTICHE.

CAPITOLO PRIMO

Delle proprietà caratteristiche dei fluidi elastici.

253. Le sostanze sono differentemente affette dal calorico, di modo che alcune non fanno che provare una dilatazione, conservando lo stato solido al più alto grado di calore che si possa ottenere, a meno che non si faccia concorrere una qualche affinità coll'azion del calorico. Altre, al contrario, conservano lo stato elastico ai maggiori abbassamenti di temperatura e sotto le pressioni più forti che note sieno, e non havvi che l'energia dell'affinità più potente di essi mezzi, che distrugger possa la loro elasticità.

Alcune sostanze tengono il mezzo tra questi estremi; ad una data temperatura e pressione, restano esse nello stato liquido; un'altra temperatura o un'altra pressione le riduce allo stato

elastico: allora si distinguono dai gas sotto il nome di vapori.

Queste differenti proprietà dipendono dall'energia più o meno grande dell' affinità reciproca delle molecole d'una sostanza, e dal rapporto suo coll' affinità che queste molecole hanno pel calorico; ma questi due effetti non potendo essere distinti, bisogna limitarsi a considerarne il risultato, riguardandolo come una forza variabile nelle differenti sostanze, secondo la natura loro ed in ciascuna sostanza secondo le circostanze in cui essa si trova.

Così, dopo aver riguardata la solidità come una forza che favorisce le combinazioni, o ch'è loro opposta, io considererò in questo capitolo l' elasticità come un' altra forza di cui è d' uopo valutare gli effetti. Io la esaminerò nelle differenti circostanze dell'azion chimica, indipendentemente dalle cause a cui una sostanza dee questa disposizione, e dalle leggi che il calorico segue in quest' azione.

154. L' acido carbonico non può combinarsi con l' acqua, ad una temperatura un pò elevata, se non che in picciola proporzione. Non è già che l' acqua non tenda ad unirsi con una maggior quantità di quest' acido, poichè, diminuendosi colla compressione la forza dell' elasticità, si può anzi aumentare indefinitamente questa dissoluzione. Si produce ancora lo stesso effetto ab-

bassandosi la temperatura, ma allora esso effetto vien limitato dalla forza di coesione che l' acqua acquista al grado di congelazione, e che, prevalendo sull' affinità sua per l'acido carbonico, l' obbliga ad abbandonarlo. Sembra inoltre che la forza prepara la cristallizzazione che s'annunzia con una dilatazione, alcuni gradi al disopra del termine della congelazione, produca un effetto analogo sulla dissoluzione delle sostanze gasose per mezzo dell' acqua, talmente che non sia gia al grado della congelazione che l' acqua possa disciorre la maggior quantità di queste sostanze, ma ad alcuni gradi al disopra di essa: in fine, si avrebbe un risultato opposto, diminuendosi la compressione, o innalzandosi la temperatura, se si giugnesse ad agire sopra una combinazione dell' acido carbonico con l' acqua saturata ad una temperatura bassa, o ad una forte compressione.

Siccome questi effetti possono osservarsi, in tutte le combinazioni delle sostanze gasose colle differenze che dipendono dall' intensità della combinazione, così nè risulta, 1.° che l' elasticità dev' essere considerata come una forza opposta alle combinazioni d'una sostanza elastica con le sostanze liquide o solide, o che hanno un grado differente d' elasticità; 2.° che questa forza s' accresce per l' accumulazione del calorico il quale per ciò fa variare le combinazioni che possono formarsi a differenti temperature. Risulta inoltre

tla ciò, che si può comparare l'azione che due sostanze liquide esercitano sopra un fluido elastico per le quantità di questo fluido che ciascuna, a peso eguale, può assoggettare.

155. Quando una sostanza liquida, che tende a combinarsi coll' acido carbonico, non può più sormontare l' elasticità sua, a una data temperatura e compressione, la tendenza alla combinazione che le rimane per quest' acido, è eguale a quella di tutte le sostanze che si trovano nello stesso caso; ma il termine, in cui s' arresta l'azion d' una sostanza che diventa solida, è talvolta molto lontano da quello a cui potrebbe pervenire, se si cominciasse a diminuire gli effetti dell' elasticità con una dissoluzione preliminare: così il carbonato di calce può essere disciolto dall' acqua caricata d' acido carbonico.

Siccome il carbonato di calce è ancora ben lontano dal termine in cui la tendenza alla combinazione della base sua, per l' acido carbonico, sarebbe esaurita alla temperatura ordinaria dell'atmosfera, così non è che coll' averlo esposto ad un' alto grado di calore, che l' acido carbonico ha acquistato una disposizione abbastanza grande alla elasticità, per poter cominciare a svolgersi; ed a misura che la proporzione dell' acido carbonico si trova diminuita, bisogna che il calore aumenti perchè lo svolgimento continui: non è poi, se non quando la disposizione all' elasticità

è divenuta superiore a tutta l'azione che la calce può esercitare, che questa rimane spogliata intieramente di esso acido.

La gran quantità d' acido carbonico, che le basi alcaline possono prendere in combinazione, superando la sua forza elastica, prova la forza enorme ch' esse esercitano. E' dunque chiaro che l' elasticità agisce contro le affinità che tendono a produrre una combinazione, nella guisa stessa che la forza di coesione agisce in un senso contrario. Deve essa venir considerata come uno sforzo che può essere compresso; ma può talmente accrescere da prevalere sull' affinità che produce le combinazioni, causando anche delle separazioni, qualora diventi predominante. La coesione produce le precipitazioni e l' elasticità la volatilizzazione, e questi due effetti opposti, che andiamo ora a comparare, possono concorrere egualmente alle combinazioni che si formano in molte circostanze, e che sono state attribuite alle affinità elettive.

Abbiamo osservato che la forza di coesione diventava attiva prima di realizzare lo stato solido (9): l' elasticità mostra anche più chiaramente la forza ch' essa esercita prima che vi sia produzione d' un fluido elastico, poichè la tensione elastica d'un liquido è accresciuta per mezzo delle cause che aumentano questa forza, a misura ch' essa s' accosta al termine in cui produr può il suo effetto.

156. Se si mette in concorrenza un acido, il cui stato naturale sia la liquidità, con un acido naturalmente elastico, come l' acido carbonico, ma che combinato si trovi con una base alcalina che comprima l' elasticità sua, allora la tendenza, alla combinazione di questa base divide l' azione sua tra due acidi in ragione della capacità loro di saturazione e della loro quantità; talmentechè l' acido carbonico prova una saturazione tanto minore, quant' è maggiore la forza che gli viene opposta. Se fosse dunque combinato in quantità considerabile con la base alcalina, per esempio, fino al punto di neutralizzazione, obbedisce esso in parte alla forza elastica ch' è divenuta relativamente più grande della saturazione, e si volatilizza. Quindi più non oppone la stessa massa a quella dell' altro acido, e con ciò la forza sua relativa si trova diminuita. Da ciò segue che quantunque l' acido opposto non avesse che una affinità o capacità di saturazione molto più debole, potrebbe esso tuttavia eliminare l'acido carbonico, qualora si trovasse in quantità bastante per saturare la base. Ma se la base alcalina non ha che una picciola proporzion d' acido carbonico, un altro acido non potrà scacciare questo, se non quando si troverà in bastante quantità: di modo che al principio della mescolanza non vi sarà alcuna effervescenza. Quest'è in fatti ciò che si osserva, quando in proporzioni successive si ag-

giunge un acido alla soluzione d' un alcali che combinato non sia che con una picciola proporzione d' acido carbonico. L' effervescenza non si manifesta che quando la quantità dell' acido aggiunto è diventata abbastanza considerabile. L' effetto diventa più pronto e più completo, se si accresce la forza dell' elasticità per mezzo del calore.

Egli è appunto all' effetto dell' elasticità che attribuire si debbono le decomposizioni che gli acidi i più fissi fanno delle combinazioni che composte sono d' una base fissa e d' un acido volatile, specialmente quando si aumenta col calore l' elasticità, indipendentemente dalle capacità di saturazione. La forza allora che dipende dalle proporzioni d' una sostanza, disparisce a poco a poco, e l' azione dell' elasticità s' accresce relativamente o effettivamente, se la temperatura si innalza: per tal modo l' acido solforico decompone, per mezzo del calore, i muriati ed i nitrati a base fissa. Ho distillato un miscuglio d' acido ossalico e di muriato di soda: il liquido ch' è passato conteneva molto acido muriatico. Nondimeno quando la volatilità dei due acidi è poco differente, la maggiore affinità dell' uno può prevalere sull' effetto della sola elasticità, come infatti, avendo ripetuto la stessa sperienza coll' acido acetico, questo solo è passato nella distillazione.

157. Se una base è volatile, e che ad una tem-

peratura poco alta divida essa, con una base fissa, l' azione sua sopra un acido elastico, il calore che aumenta l'elasticità della base e dell'acido volatile, determinerà la separazione loro e la loro combinazione, come la forza di coesione determina la separazione delle combinazioni alle quali essa appartiene.

Queste separazioni, determinate dalla volatilità e dalla fissezza, si operano più facilmente e più completamente, quando le sostanze in azione sono tutte nello stato neutro; perchè è in questo stato che l' azion relativa degli acidi e degli alcali è la più forte. Applicandosi quant' ho detto intorno alle decomposizioni reciproche per mezzo della forza di coesione (*Cap. IV. Sez. II.*) a tutte le osservazioni che sono state fatte sopra quelle che hanno luogo per l' elevazione di temperatura, si troverà che possono esse spiegarsi completamente per mezzo di questa seconda causa analoga alla prima. Una tavola di volatilità rispettiva farebbe egualmente prevedere le combinazioni che debbono formarsi coll' azion del calore nel miscuglio di differenti sostanze, tranne il caso in cui le disposizioni delle due sostanze, in concorrenza poco differiscano, ed in cui l' affinità può allora decidere una combinazione complessa piuttosto che una combinazion binaria, come ho fatto osservare, relativamente alle combinazioni che poco differiscono per la loro solubilità.

Siccome il rapporto della forza di coesione all' elasticità varia pei differenti gradi di calore, così spesso accade che dopo essersi formata una combinazione per la preponderanza della prima se ne produce una opposta aumentandosi l'ultima; in tal guisa, quando si mescola del carbonato d' ammoniaca col muriato di calce in uno stato liquido, il carbonato di calce, ch' è insolubile, si forma e si precipita; ma esponendosi all' azion del calore il muriato d'ammoniaca ed il carbonato di calce, egli è il carbonato d' ammoniaca che si separa e si sublima.

Quando adunque un liquido agisce sopra una sostanza gasosa, questa si combina finattantochè la resistenza dell' elasticità si trova in equilibrio coll' azion del liquido di modo che facendosi variare le circostanze che aumentano o diminuiscono l' azion reciproca di queste sostanze per la quantità del liquido, per la compressione del gas, o per la temperatura, si cangia l' equilibrio tra l' azion del liquido e quella della sostanza gasosa, ond' è d' uopo concludere che quando si ha per iscopo il combinare una sostanza con un liquido, bisogna abbassare la temperatura, e fare in ciò il contrario di quello che esige l' azione d' un liquido sopra una sostanza solida.

L' azion del calorico può nondimeno favorire la combinazione d' una sostanza elastica, diminuendo la forza di coesione, ciò che specialmente

ha luogo coi corpi solidi; ma allora un grado di calore, superiore a quello che produce quest' effetto, distrugge la combinazione istessa che si è formata: così il mercurio ha bisogno d' un certo grado di calore per combinarsi coll' ossigeno; un grado maggiore rende all' ossigeno lo stato elastico.

Ciò che prova che egli è principalmente col diminuirsi la forza di coesione che il calore agisce, si è che un metallo che non può ossidarsi che ad un alto grado di temperatura, si ossida alla temperatura dell' atmosfera, qualora disciolto sia nel mercurio. Aggiungasi che il fosforo stesso, disciolto per mezzo dell' idrogeno, s' infiamma ad un grado di temperatura molto meno elevato di quand' è nello stato solido.

Allorchè una sostanza elastica si trova ridotta allo stato liquido per mezzo d'una combinazione, essa si conduce come i liquidi, mentre non si cangia punto l' azione ch' ella prova; ma tosto che l' azione diminuisce, ovvero che la temperatura s' innalza, l' elasticità ch'essa acquista, deve essere riguardata come una forza che, aggiunta alle precedenti, influisce sui risultati, come lo fa la forza di coesione in un senso opposto.

158. I gas esercitano parimente un' azione reciproca, e n' esercitano una sui liquidi e sui solidi; di modo che se questi hanno la proprietà di far loro perdere lo stato elastico, possono recipro-

camente ridurli nel proprio loro stato. Tale azione però varia molto nei suoi risultati, secondo l'intensità sua, e secondo le circostanze che l' accompagnano. Di più tutti i liquidi prendono lo stato gasoso per un' elevazione di temperatura che varia per ciascuno d' essi, ed allora la chimica loro azione si trova cangiata. Tutti questi oggetti esigono un esame profondo.

Cavendish ha osservato (1) che agitandosi un miscuglio di dieci parti d'aria atmosferica ed una di acido carbonico con un volume eguale d'acqua distillata, questa non toglieva all' aria che la metà dell' acido carbonico: avendo poscia trasportato l' aria su della nuova acqua distillata, essa non ha assorbito che la metà del restante acido carbonico, come un ulteriore assorbimento operato dall' acqua di calce lo ha fatto vedere.

Ho provato (2) che se, nella combustione d' un gas idrogeno carburato ovvero ossicarburato, trovavasi un residuo, questo riteneva quasi un decimo dell' acido carbonico formato, quantunque si agitasse sopra una quantità considerabile d' acqua. E' appunto per quest' azione che l' aria esercita sull' acido carbonico, ch' essa può privar l' acqua di quello che tiene in dissoluzione; d' onde viene che quando si racchiude in un vaso un' acqua acidulata con una certa quantità d'aria,

(1) Exper. en air. Trans. philos. 1784.
(2) Mém. de l'Instit. t. IV.

questa fa uno sforzo per scappare, sormonta gli ostacoli se sono troppo deboli, che si oppongono alla dilatazione che prova per l' aggiunta dell' acido carbonico. Ma l' azion dell' aria è limitata dalla quantità che può esercitarla, e dall' azion dell' acqua che s' accresce a misura che la quantità d' acido carbonico diminuisce.

In quest' azion dell' aria sull' acido carbonico si trovan dunque tutte le circostanze che accompagnano qnella dell' affinità chimica, colla differenza che dipende dall' elasticità, la quale aumenta relativamente l' azion dell' aria sull' acido carbonico, qualora se ne accresca l' energia, o per un' elevazione di temperatura, o per una diminuzion di compressione.

Questa proprietà dei gas dev' essere riguardata come generale, poichè la si è osservata in quelli il cui peso specifico, che si oppone all' effetto suo, ha la maggiore differenza.

Vassali, che ha fatto delle osservazioni interessanti su quest' oggetto (1), rammenta che, dieci anni prima, Volta gli fece vedere che il gas idrogeno discendeva attraverso il gas atmosferico, per diffondersi egualmente in tutta la massa sua, e che impiegava qualche tempo per giugnere ad una diffusione eguale. Fece egli stesso in conseguenza alcune sperienze che confermano questa proprietà, ed avverò quella altresì che

(1) Mém. de la Soc. med. d'Emul, anno terzo.

possiede l' acido carbonico, di disciogliersi cioè egualmente in una massa d'aria, entro uno spazio di tempo sufficiente.

E' d'uopo dunque riconoscere tra i gas un'azione reciproca paragonabile a quella che produce le dissoluzioni, dei liquidi tra essi; o dei solidi per mezzo dei liquidi; ma quest' azione ha i suoi caratteri particolari.

159. Quando si mescolano differenti gas la cui azione si limita a questa dissoluzione, non si osserva cangiamento alcuno nella temperatura o nel volume che risulta dal miscuglio; da ciò concludere si dee che quest' azione reciproca di due gas non produce alcuna condensazione, e ch' essa non può sormontare lo sforzo dell' elasticità, o dell' affinità del calorico, talmentechè le proprietà di ciascun gas non si trovano sensibilmente alterate, in vece che nelle dissoluzioni reciproche dei liquidi, si forma una condensazione, ed in quella dei solidi spesso anche si osserva una dilatazione ch' è accompagnata da raffreddamento, e ch' è dovuta alla diminuzione dell' affinità reciproca che si opponeva alla combinazione del calorico. Cosicchè, quantunque la dissoluzione e la combinazione di due gas sieno l' una e l' altra, l' effetto d' un' azion chimica che non differisce che per l' intensità, si può stabilire tra esse una differenza reale, perchè havvi una distanza ben decisa tra i risultati. La

combinazione di due gas porta seco sempre una condensazione del loro volume, e dà origine a delle nuove proprietà. Nella dissoluzione loro i gas non provano che in comune i cangiamenti dovuti alla compressione e alla temperatura, e conservano essi le loro proprietà individuali che non si trovano diminuite che in ragione della debole azione che li tiene uniti.

Quando i liquidi disciolgono un gas, questo perde considerabilmente del suo volume e si condensa, essendochè l' acqua che discioglie un volume eguale d' acido carbonico, cangia pochissimo di peso specifico. Questa dissoluzione ha dunque i caratteri della combinazione; ma quando per l' azion sua l' aria svolge quest' acido dall' acqua, riprende esso il volume che conviene alla temperatura e alla pressione, e perciò riceve il calorico che le sue dimensioni esigono.

Troviamo qui dunque un risultato dell' azione reciproca di due sostanze, ch' è differentissimo a cagione dello stato rispettivo di condensazione nel quale esse sono; e siccome i liquidi prendono anch' essi le proprietà dei gas coll' azione del calore, e possono disciogliersi nell' aria e negli altri gas, così è d' uopo esaminare i rapporti che si trovano tra i loro differenti stati e le forze che sono messe in azione per produrli.

160. Applichiamo prima all' acqua, ch' è ridotta in vapore, le osservazioni che sono state fatte

sull' azion che il calorico esercita sui gas (109).

Se la temperatura è più alta di quella dell' ebollizione, e se la compressione resta la stessa, il vapor dell' acqua si conduce assolutamente nel modo stesso degli altri gas come lo provano le sperienze di Gay Lussac (109), e non havvi alcuna osservazione da farsi che gli appartenga particolarmente. Quando il vapore dell' acqua non è che al punto dell' ebollizione, alla temperatura cioè di 80 gradi del termometro di Reaumur, e sotto una pressione di 28 pollici, ha esso un grado di elasticità che corrisponde a detta temperatura, e per il quale si mantiene nello stato gasoso. Diminuiscasi allora la compressione, il vapore si dilata come un altro gas, e la tensione sua diminuisce in ragione della sua dilatazione o del numero degli sforzi d'elasticità, comparato allo spazio (*Nota V.*). In questo stato può esso ricevere un' addizione di vapore proporzionale all' aumento di volume, finattantochè sia pervenuto al grado di tensione che prima aveva. Ma se si riduce lo spazio alle sue prime dimensioni, tutta la parte aggiunta del vapore riprende lo stato liquido, e la quantità di quello che rimane è la stessa di quella che prima esisteva, ed è la stessa non meno la sua tensione elastica.

Se si abbassa la temperatura, non può più il vapore conservare lo stato elastico, cede alla

pressione, sebbene sia la stessa, e si riduce in un liquido che conserva nondimeno anch' esso una tensione elastica che corrisponde al grado attuale di temperatura.

Se la sola compressione aumenta, il vapore riprende ancora lo stato liquido, e l' acqua riprodotta esercita uno sforzo elastico che corrisponde alla tensione del vapore che potrebbe formarsi sotto un' altra pressione.

161. Paragoniamo ora i vapori collo stato dei liquidi tenuti in dissoluzione per mezzo dei gas permanenti.

L' acqua che si discioglie nell' aria, riprende lo stato elastico. Deluc aveva osservato (1) che l' aria umida era più leggera dell' aria secca, ma riguardava egli il vapor elastico dell' acqua come mescolato semplicemente con l' aria, e come tendente a separarsene e ad innalzarsi a cagione della differenza di peso specifico.

Saussure (2) provò che l' aria agiva come un dissolvente, modificò la teoria di Leroi, che fu il primo ad aver quest' idea, ma che comparava questa dissoluzione a quella d' una sostanza salina; fece vedere che l' acqua si riduce in fluido elastico disciogliendosi nell' aria; che il volume di questa n' è affetto, secondo la compressione

(1) Recherches sur les mod. de l'Atm. §. 709.
(2) Essais sur l' Hygrométrie.

e la temperatura, fino al termine della saturazione in cui la dissoluzione cessa d' operarsi: di modo che nello stato di saturazione completa, un piede cubo d' aria non può tenerne che circa undici grani in dissoluzione ad una temperatura di 15 gradi, e che questa quantità diminuisce per gli abbassamenti di temperatura. Ma relativamente all' effetto della compressione sul vapore elastico, l' opinione sua presenta qualche incertezza che discuterò. Dopo ciò, dedurrò dalle osservazioni di questo celebre fisico le conseguenze che mi sembreranno risultarne, ed in fine cercherò di confermare queste conseguenze con delle altre osservazioni.

Avendo Saussure scacciato, per mezzo della tromba pneumatica, l' ottavo del volume d' aria contenuto in un recipiente, ha osservato che l' igrometro camminava al secco. Avendo egli continuato oltre simili operazioni, il progresso della disseccazione ha continuato; l' igrometro nondimeno non ha camminato in una maniera uniforme; ha esso indicato un eccesso d' umidità tanto maggiore, quanto più la quantità d' aria diminuiva, e quando la tromba non ha più prodotto alcun effetto, l' igrometro è rimasto fisso a 25 gradi della siccità estrema.

162. E' d' uopo qui distinguere le indicazioni dell' igrometro, dall' umidità reale. Quando Saussure ha terminata la sua sperienza, senza poter

condurre l'igrometro al di là del 25° grado di siccità, si poteva indubitatamente farlo passare al grado di siccità estrema per mezzo dell'azion dell'alcali che Saussure impiega a tale oggetto, poichè tutte le arie, per dilatate che siano, pervengono con questo mezzo al grado della maggior siccità. Ma se allora si fosse introdotto dell'acqua nel recipiente, l'igrometro avrebbe cominciato a riprendere i 25 gradi a cui si era arrestato; poi avrebbe esso continuato a camminare fino all'umidità estrema. La quantità d'acqua ch'è necessaria per produrre l'umidità estrema in una data temperatura, è dunque eguale, tanto se lo spazio è vuoto, quanto s'è occupato da un'aria più o meno densa; il che non infirma la differenza delle indicazioni dell'igrometro in un'aria più o meno densa, dedotte da osservazioni dirette. Bisognerebbe soltanto concludere che nel vuoto l'igrometro può ritenere un pò d'umidità, la quale naturalmente non si riduce in vapore.

Altre osservazioni di Saussure sembrano provare che quando l'igrometro s'approssima all'umidità estrema ossia al limite dell'azione sua, segue esso un cammino contrario, e che difficilmente si mette in equilibrio d'umidità; di maniera che le quantità d'acqua sono più grandi di quelle che indicate vengon dal suo cammino: » in tal guisa, dic'egli, §. 333, quando l'igro-

„ metro è a 70 gradi, vi è bisogno, secondo
„ la mia tavola, d'un raffreddamento di 12 gradi
„ $^{8}/_{10}$ per ricondurre l'aria al termine della sa-
„ turazione, e nondimeno ho provato che un
„ giorno in cui l'igrometro era a 70 gradi ed
„ il termometro a 10, la superficie esterna d'un
„ vetro cominciava a coprirsi di rugiada, mentre
„ l'acqua contenuta in detto vetro non era che
„ d'otto gradi $^{1}/_{2}$ più fredda dell'aria. „

Saussure medesimo dà la spiegazione della dissonanza dell'igrometro coll'umidità reale dell'aria poco condensata.

„ Per le leggi generali, dic' egli, §. 146, l'aria
„ deve attrarre le particole dei vapori con meno
„ forza quand' essa è rara, quando le molecole
„ sue sono in picciolo numero di quello sia quando
„ essa è densa. In conseguenza il capello, a cui la
„ rarefazione dell'aria niente toglie alla forza sua
„ attrattiva, dee avere una forza d'attrazione
„ relativamente più grande in un'aria rara che
„ in un'aria densa; e perciò inoltre dev'esso allora
„ assorbire luna maggior quantità di vapori, e
„ indicare un' umidità più grande che non farebbe
„ a circostanze eguali in un' aria più densa. Così
„ anche quando l'aria che sorte dal recipiente
„ ha strascinato con se una metà dei vapori, la
„ metà restante più fortemente attratta dal capello
„ che dall'aria rarefatta che rimane, affetta il
„ capello più ch' essa non avrebbe fatto se l'aria

„ avesse conservato tutta la densità sua, e così
„ l' igrometro indica una quantità di vapori mag-
„ giore di quella che realmente vi resta nel reci-
„ piente. „

Io non posso adunque adottare la conseguenza ch' egli trae dalle stesse sperienze, che adotta come un principio nella continuazione dell' opera sua, cioè che a misura (§. 148) „ che l'aria di-
„ venta più rara, vi abbisogna una quantità di
„ acqua meno considerabile per saturarla. Per
„ esempio, se fino all' altezza del san. Bernardo,
„ 8 grani $^{3}/_{10}$ producono l' effetto che prodotto
„ avrebbero 9.$^{1}/_{3}$ nella pianura, non occorrerà,
„ a circostanze eguali, nel resto, per saturare
„ l' aria del san. Bernardo, che i $^{830}/_{933}$ della
„ quantità che avrebbe abbisognato nella pianura.
„ Ed applicandosi i medesimi ragionamenti alle
„ medesime sperienze, si vedrà che l' aria era
„ rarefatta al punto di non sostenere che 2 linee
„ $^{1}/_{2}$ di mercurio; non abbisognerebbe, per sa-
„ turarla, che la ventesima parte di ciò ch' ab-
„ bisogna quand' essa sostiene il barometro a 27
„ pollici.

163. Mi sembra dunque che anche le sperienze di Saussure facciano vedere direttamente che la quantità ponderale di vapore acquoso sia la stessa, nel medesimo spazio, qualunque siasi la quantità dell' aria colla quale si trova unito; che la temperatura sola determini questa quantità; ch' esso

conservi la tensione sua indipendentemente dalle differenze di compressione, come se fosse esso un gas permanente: talmentechè egli sia quello che contribuisce allo sforzo elastico, qualunque sia il volume a cui è ridotto per mezzo della compressione dell' aria, come lo farebbe una quantità corrispondente d' aria a compressioni differenti.

Le sperienze di Saussure hanno provato ancora che la tensione del vapore elastico dell' acqua era proporzionale alla quantità che si dissolveva in un volume d' aria ad una data temperatura. Siccome queste sperienze sono fondamentali, così esporrò il metodo col quale sono state esse eseguite.

Un barometro rinchiuso in un pallone ben lutato non è sensibile che all' elasticità dell' aria; sotto questo rapporto, Saussure lo chiama *manometro*.

Ha egli adunque collocato in un grande pallone un manometro, un termometro e due igrometri, per comparare gli effetti dell' elasticità, dell' umidità e del calore. Vi ha successivamente introdotto un picciolo piego di tela umettata e pesata esattissimamente. Egli l' ha ritirato tosto che vide prodotto un effetto determinato sul manometro; di maniera che ha egli potuto comparare l' effetto d' un peso d' acqua sull' elasticità dell' aria contenuta nel pallone. Ha poi seguito un cammino

opposto, immergendo, in un pallone riempiuto d' aria umida, un vaso contenente della potassa disseccata, e paragonando l'aumento di peso che essa acquïstava, e la diminuzione di pressione ch' egli osservava nel manometro, ha ottenuto dei risultati che corrispondevano ai predecenti.

Concluse egli da queste comparazioni fatte con molta esattezza, introducendovi nei risultati le correzioni che esigevano le variazioni di temperatura sopravvenute, che il vapor elastico dell'acqua ha un peso specifico ch'è a quello dell' aria, nella stessa temperatura e pressione, come 10 a 14.

164. Deluc (*Nota XII*) e Volta hanno fatte parimente numerose sperienze le quali provano che le quantità di vapori elastici che si formano nel vuoto, sono esattamente eguali a quelle che occupano lo stesso spazio riempiuto d' aria al medesimo grado di saturazione, qualunque ne sia la compressione sua. E' desiderabile che il secondo, cioè il Volta, pubblichi le sperienze che ha fatte intorno a ciò, e che egli gentilmente mi ha comunicate. Questi due fisici, dopo le dette sperienze, hanno concluso che l' acqua non era tenuta in dissoluzione dell' aria; ch' essa non doveva lo stato suo elastico che all' azione del calorico indipendentemente da ogni affinità dell' aria.

Se quest' opinione fosse fondata, bisognerebbe supporre che un liquido, che tende a prendere

lo stato elastico, non penetrasse nell' aria che in ragione degli interstizj che può occupare, e che l' elasticità sua corrispondesse esattamente alla quantità di essi interstizj. Seguirebbe da ciò che il volume dell' aria non dovrebbe punto aumentare; ma esso invece s'accresce precisamente nel rapporto del fluido elastico che si è formato. Direbbesi dunque con Deluc (1) che un' attrazione simile a quella che produce l' ascensione dei liquidi nei tubi capillari, distende i pori dei corpi che si umettano? Ma un' attrazione che riunisce una sostanza ad un' altra, e che sormonta la resistenza dell' elasticità delle sue molecole, non ha essa forse tutti i caratteri dell' affinità chimica? Tale opinione non può conciliarsi coi fatti che provano che i gas si disciolgono reciprocamente, in maniera da formare un gas uniforme, malgrado la differenza di peso specifico, come Volta istesso lo ha fatto vedere; e la medesima cosa avviene coi liquidi i quali si disciolgono nell' aria: non può essa opinione conciliarsi neppure colla compressione uniforme che l'atmosfera esercita sopra i liquidi.

165. Questa compressione e la dissoluzione reciproca dei gas provano che, mentre esiste un vapore in uno spazio, non havvi vuoto alcuno nel senso che ordinariamente si dà a questo vo-

(1) Trans. philos. 1791.

cabolo, poichè esiste tra tutte le molecole che vi si trovano un' azion non interrotta; solamente essa s' indebolisce a proporzione dell' allontanamento delle molecole che ne sono il centro, e se il calorico radiante e la luce passano attraverso i gas, egli è perchè il movimento ch' è loro proprio, è più forte dell' azione ch' essi provano, e non viene sensibilmente indebolito.

Mi sembra dunque fuor di dubbio che sia una vera azion chimica quella che produce le dissoluzioni dei liquidi nei gas e l' evaporazione, come Saussure ha stabilito. Ma l' osservazione conferma l' opinione di Deluc e di Volta, relativamente alla quantità di vapore elastico che si forma in un dato spazio, e che è eguale, tanto se lo spazio è vuoto, quanto se occupato si trova da un' aria più o meno densa, al medesimo grado igrometrico però ed alla medesima temperatura.

166. Le sperienze di Saussure hanno provato direttamente che la tensione del vapore elastico dell' acqua era proporzionale alla quantità che si dissolveva in un volume d' aria ad una data temperatura, e che allora essa agiva al pari d' un gas il cui peso specifico sia a quello dell' aria, come 10 a 14; d' onde segue che si può giudicare dall' effetto d' un liquido ch' è ridotto in fluido elastico per mezzo delle tensioni che vi si trovano ad una data temperatura, ed anche nel vuoto, come le seguenti osservazioni lo con-

fermeranno. Ma per determinare i suoi rapporti di quantità coll' aria, quando è messo in dissoluzione da questa; bisogna inoltre sapere qual sia il peso specifico del vapore elastico ch' essa forma, come si conosce già quello del vapor elastico dell' acqua.

La differenza che produce la compressione dell' aria in questo vapore non altera il rapporto del suo peso specifico, di modo che quel vapore che avrebbe occupato uno spazio vuoto con una pression di 6 linee, più non ne occupa che la cinquantesima quarta parte, se l' aria saturata di quest' acqua può inalzare la colonna di mercurio di 27 pollici, mentre che secca non l' avrebbe inalzata che di 26 pollici e mezzo.

Van Marum ripetendo dilgentemente alcune sperienze intraprese da Lavoisier e Laplace, ha osservato (1) che quando s' introduceva dell' acqua, dell' ammoniaca e dell' etere in differenti tubi barometrici, collocati sopra un bagno di mercurio, la temperatura essendo di 10 gradi, l' acqua faceva discendere il mercurio pollici 0, 4, l' ammoniaca 7, 2, e l' etere 12, 5.

Saussure ha trovato che l' aria essendo saturata d' acqua a 16 gradi del termometro di Reaumur, e per conseguenza ad una temperatura più inalzata, e ad una pressione di 27 pollici di mer-

(1) Description de quelques appareils chimiques,

curio, l' acqua contribuiva allo sforzo elastico, per 6 linee circa di mercurio: questi due numeri coincidono quanto mai sperare si poteva, e corrispondono alle sperienze fatte da Deluc.

167. Quando a differenti temperature si satura l' aria di etere essa acquista, non men che nel vuoto a corrispondenti temperature, la tensione stessa, come Volta se n' è assicurato per mezzo di esperienze diligentissime.

Avendo l' etere per conseguenza, ad una temperatura di 10 gradi, una tensione di 12, 5, deve esso con una pressione di 15, 5 essere ridotto nello stato che ha quand'è disciolto dall'aria a saturazione, a 28 pollici di pressione: l' aria ne prova pure una compressione nel manometro. Noi vedremo nella seguente sezione gli effetti che debbono risultare quando i due gas acquistano la libertà di dilatarsi.

La differenza che havvi tra il vapore dell' etere solo, o ch' è disciolto dall' aria, si è che quando lo spazio è vuoto, se si abbassa il tubo nel bagno di mercurio d' una quantità eguale alla dilatazione, come ha fatto Van Marum, tutto il fluido elastico ritorna liquido; ma se si comprime la dissoluzione dell' etere per mezzo dell'aria, il volume di questa diminuisce in ragion della compressione, e l'etere non riprende lo stato liquido che in ragione della diminuzione dello spazio.

168. Quest' ultima sperienza è molto atta a

rendere sensibili gli effetti che analizzo. Se si prende una dissoluzione di etere per mezzo dell' aria, comprimendola sopra un bagno di mercurio, si vede l' etere ridursi in gocce, ed anche in istrato liquido, a misura che la compressione aumenta; si fan disparire le gocce e si ristabilisce la trasparenza del tubo, facendo succedere una dilatazione di volume eguale alla prima.

Tutto l' effetto della compressione è limitato allora a far prendere lo stato liquido ad una parte di fluido elastico, e la tension di quello che rimane in dissoluzione, resta la stessa. Bisogna dunque distinguere l' effetto della compressione reciproca, nella quale il vapore elastico sembra condursi come gli altri gas, da quello della compressione che produce una diminuzione di volume. Abbiamo veduto (*Nota V*) che la tension dei gas permanenti non sembrava aumentata dalla compressione, se non perchè si moltiplicava con ciò il numero delle molle che vengono applicate ad une superficie. Quest' effetto non ha luogo pel vapore elastico, perchè gli è più facile di riprendere lo stato liquido.

169. Si può dunque stabilire come principio, 1.° che l' aria discioglie i liquidi svaporabili coll' azione della sua affinità; 2.° che in questa dissoluzione prendono essi la forma di fluido elastico, e che in tale stato godono di tutte le proprietà dei fluidi elastici fino al termine della saturazione,

Da ciò segue che l' acqua tenuta in dissoluzione dall' aria, acquista esattamente per lo stato elastico che l' aria ad essa procura, le proprietà stesse che ha quand'è ridotta in vapore per mezzo dell' azione sola del calore; dimodochè l' azione dell' affinità dell' aria consiste a mantenere l' acqua nello stato elastico, e a darle le proprietà d' un gas permanente fino al termine della saturazione. Quanto dico dell' aria e dell' acqua deve applicarsi alle altre dissoluzioni dei liquidi per mezzo dei gas.

La proprietà per cui l' aria mantiene il vapore dell' acqua nello stato elastico, fino al termine della saturazione, può essere comparata a quella che ha il muriato di soda, secondo l' osservazione di Blagden, che ho già rammentata, di mantenere cioè l' acqua liquida fino ad un certo grado al di sotto della congelazione ordinaria; dimodochè essa allora subisce pel freddo un decrescimento, come fa l' acqua semplice in un grado più elevato; ma quando ella poi giugne al termine che appartiene alla congelazione sua, prova una dilatazione simile a quella che si osserva nell' acqua semplice che si approssima alla congelazione, e riprende le proprietà che le appartengono.

170. Segue da ciò che il vapore elastico dell' acqua deve provare, colle elevazioni di temperatura, la stessa dilatazione che provano gli altri

gas, e per conseguenza aver dee la densità del vapore dell' acqua bollente a 80 gradi del termometro di Reaumur.

Saussure (162) ha provato, comparando le quantità d' acqua ch' egli discioglieva nell' aria secca, e l' accrescimento di tensione che ne risultava, che vi era un rapporto costante tra la tensione ed il vapor prodotto, e che questo vapor elastico aveva un peso specifico che sta a quello dell' aria come 10 a 14, a temperatura e compressione eguali. Ora Lavoisier ha concluso dalle sue proprie sperienze che il peso specifico dell' aria a 10 gradi del termometro, stava a quello dell' acqua come 842 a 1; il che offre, valutandosi ad $\frac{1}{3}$ l' aumento di volume del vapor dell' acqua, da 10 gradi del termometro fino 80, un peso specifico di 1570.

Si dee a Watt quanto abbiamo di più preciso intorno al peso specifico del vapore dell' acqua al termine dell' ebollizione. Ecco com' egli si esprime (1): *E' già noto per alcune delle mie sperienze, e per quelle nonmeno del dottor Black, che il vapor dell' acqua, contandosi dal 60 di Fahreneit o dal temperato, è più di due volte il volume d' un peso eguale di gas ossigeno.*

Quantunqne questa indicazione sia un pò vaga, e quantunque contare non si possa sopra un' esat-

(1) Ttans. philos. 1784, p. 352.

tezza perfetta nei risultati di Saussure, si trova nondimeno il rapporto il più soddisfacente tra il primo risultato e quello di Watt; perchè, secondo le determinazioni di Lavoisier, il peso specifico del gas ossigeno è a 10 gradi di Reaumur di 765: di modo che l'espression di Watt fissa la leggerezza specifica del vapore dell' acqua al di là di 1530.

171. Supponendosi che l'aria agisca sopra i liquidi ch' essa discioglie, come sugli altri gas, anche con ciò si prova che i vapori elastici debbono trovarsi nella stessa quantità, tanto in uno spazio vuoto, quanto in uno spazio riempiuto d' aria, mentre la temperatura e la tensione o la saturazione restano le medesime. Perchè avesse luogo un altro effetto, converrebbe che l' aria colla compressione agisse in modo diverso da quello che fa, sopra un gas, e che esercitasse sul vapore dell' acqua una forza diversa da quella ch' esercita sopra un altro gas: allora vi sarebbe una grande distanza tra gli effetti.

Allorchè dunque la compressione diminuisce lo spazio che contiene un' aria saturata, una porzione del vapore elastico deve divenir liquida per permettere all' altra d' occupare quello spazio che le conviene, come accaderebbe se ad esso per mezzo dell' effetto della sola sua forza elastica, si diminuisse lo spazio che occupa, o come accaderebbe al vapor dell' acqua al grado dell' ebollizione. Vi è

tra i liquidi questa differenza, che, ad una stessa temperatura, hanno essi delle tensioni ineguali che relative sono alla loro elasticità, finchè pervenuti sieno all'ebollizione. Allora la tensione loro si trova eguale alla resistenza della compressione dell'atmosfera; si cangiano in fluidi elastici, e seguono le stesse leggi di dilatazione. Prima di questo grado di temperatura; l'affinità dei gas dà loro le proprietà dei gas permanenti, ma senza produrre cangiamento alcuno nel termine della maggiore loro tensione siccome l' azion reciproca dei gas egualmente permanenti punto non influisce sulle tensioni che essi debbono avere in date circostanze.

172. Saussure pensa che l' aria non disciolga l' acqua che *quando l' azion del fuoco l' ha convertita in vapor elastico*, §. 191. In ciò mi trovo di contraria opinione.

L' azion dell' aria e quella del calorico sono simultanee; ma la prima è quella che determina la seconda; la compressione dell' atmosfera s' oppone alla formazione del vapore di tutto l' eccesso ch' essa ha sulla tensione del liquido. Così nella circostanza in cui si è fatta l' esperienza di Van Marum, che ho citata una pressione di 15 pollici di mercurio basta per impedire la produzione del vapor dell' etere come basta egualmente per farlo passare allo stato liquido, se si fosse formato.

L' azion dell' affinità dell' aria sull' acqua si manifesta in una maniera singolare nella dissoluzion del ghiaccio, malgrado la resistenza della forza di coesione. Saussure ha osservato che a 2, 7 gradi sotto zero, l' igrometro che era a 36, 70 salì nell' aria, in cui vi aveva messo un pannolino agghiacciato, in un' ora di 18.° ed in tre di 49, 52. Con tutto ciò in questo spazio di tempo non pervenne che a 86, 22, di modo che l' ostacolo della forza di coesione ritarda non solamente la dissoluzione, ma le impedisce probabilmente di completarsi. Egli è verisimile che l' effetto diminuirebbe per gli abbassamenti di temperatura, e che infine si perverrebbe ad un grado in cui la dissoluzione non potrebbe più operarsi.

173. Poichè i vapori elastici che i liquidi possono produrre, sono determinati dallo spazio, e poichè la compressione ch'essi provano, quando sono nello stato di dissoluzione, non può far variare la loro quantità ponderale, si comprende d' onde nasce che Saussure ha trovato le stesse proprietà igrometriche nel gas idrogeno, nell' aria atmosferica e nell' acido carbonico. Priestley aveva già osservato che differenti gas prendevano lo stesso accrescimento di volume allorchè venivano messi in contatto coll' etere. Ho ripetuto questa sperienza con Gay Lussac sul gas ossigeno, azoto, idrogeno, acido carbonico e sull'

aria atmosferica, ed abbiamo osservato che tutti provavano la stessa dilatazione, eccettuato il gas acido carbonico nel quale è stata essa un poco più leggera. Ma egli è naturale d' attribuire questa differenza, ch' era picciolissima, ad un pò d' acido carbonico il quale avrà potuto essere ridotto in liquido da una porzione dell' etere. Si scorge che l' acqua deve disciogliersi egualmente in pari quantità ne' differenti gas, e ch' essa dee portarvi una tensione proporzionale alla temperatura ed allo stato di saturazione.

174. Non bisognerebbe con tutto ciò da quanto fu detto fin qui concludere che le sostanze gasose non contengono altra acqua che quella ch'è nello stato gasoso, e sul volume della quale non agiscono per compressione che come fanno tra esse. Proverò al contrario che alcune sostanze possono tener dell' acqua in vera combinazione; ma che quest' acqua non è quella che produce gli effetti igrometrici, perchè ritenuta da una affinità maggiore, non può essa contribuire nè all' umidità nè alla secchezza dei corpi che si dividono l' acqua dell' atmosfera: così l' argilla ritiene una certa quantità d'acqua ch'essa non abbandona che ai gradi estremi di calore, e che le sostanze igrometriche sono ben lontane dal poter toglierle.

L' affinità reciproca delle molecole dell' acqua, la quale finisce col renderla un corpo solido, quando la forza che le è opposta diviene molto

debole, produce ancora degli effetti tra il vapor dell' acqua ed il liquido; deriva da ciò, come ha osservato Gay Lussac, che quando si distilla senza comunicazione coll' aria una sostanza da cui si svolge dei vapori acquosi senza alcun gas permanente, ricevendo questi vapori in un recipiente ripieno d' acqua, non si può evitare un tentennamento che fa rifluire l' acqua nella storta. Con facilità però si previene quest' inconveniente, interponendosi tra l' acqua e la storta un picciolo strato di mercurio.

Welter aveva precedentemente immaginato il mezzo di servirsi della stessa compressione dell' atmosfera per prevenire quest'effetto, mercè dei tubi di sicurezza, che poi impiegati vennero con successo in un gran numero di operazioni, ed hanno perfezionato poi l' apparato che si dee a Woulfe. Ma allorchè importi di evitare il miscuglio dell' aria, il primo mezzo ha un grande vantaggio, anche perchè avendo il mercurio meno affinità col vapore dell' acqua, di quello ne abbia l' acqua istessa, gli effetti del riassorbimento che sono difficilissimi da evitarsi, non hanno più luogo.

Egli è per un effetto analogo, che nelle macchine a fuoco una picciola quantità d' acqua fredda produce un improvvisa condensazione il cui effetto è secondato dalla dilatazione che ne risulta nel resto del vapore, e dal raffreddamento che l'ac-

compagna, come lo ha osservato Darwin (1). Quest' azione reciproca serve ancora a spiegare l' effetto dell' acqua che favorisce lo svolgimento d' una sostanza gasosa, donde avviene che l' assenza dell' acqua, come ha fatto vedere Vithering (2), distingue il carbonato di barite nativo, che non può essere decomposto pel calore, dal carbonato artificiale, che può esserlo per mezzo dell' acqua che contiene; ma il primo può decomporsi in un tubo, o col farvi passare una corrente di vapore d' acqua, come ha fatto Priestley, o col sostituirvi una corrente d' aria, secondo Clement e Desorme.

175. Quando l' acqua è dunque debolmente ritenuta in una combinazione, e ch' essa si riduce in vapore, solicita e determina un' altra sostanza a prendere lo stato gasoso per mezzo di tutta l' affinità ch' essa ha per il gas che discioglie. Questa proprietà può essere d' una grande utilità in molte operazioni di chimica.

L' affinità scambievole dei gas può dunque produrre tra essi un effetto ch' è maggiore della differenza della loro gravità specifica, ma ch' è inferiore alla tensione elastica che appartiene a ciascuna molecola degli uni e degli altri; di modo che il volume non è punto alterato da questa

(1) Trans philos. 1788.
(2) Ibid. 1784.

dzione. I liquidi che prendono lo stato elastico si conducono allora come fossero gas.

Alcuni solidi sembrano disciogliersi nell' aria come i liquidi; così il fosforo si discioglie nel gas azoto accrescendone il volume, e l' osservazione interessante di Gay Lussac sul muriato d' ammoniaca (109) prova che questo fa lo stesso. Havvi apparenza che anche i corpi odorosi si disciolgono in egual modo, poichè conservano essi, nella loro unione coll' aria, le proprietà che li caratterizzano; ma se l' affinità mutua dei gas è più forte di quella che si limita alla dissoluzione, e se può essa effettuare un cangiamento nelle dimensioni rispettive, si producono degli altri fenomeni che appartengono alla combinazione, e che allora si scostano sommamente da ciò ch' io chiamo qui dissoluzione, appunto perchè le dimensioni rispettive diminuiscono, l' azion reciproca s' accresce, e l' effetto non è limitato se non perchè quest' azione s' indebolisce in ragione della saturazione che si opera.

176. Si dee distinguere la dissoluzione dalla combinazione, non solamente perchè nella prima ciascuna delle sostanze è ritenuta da una così debole affinità, ch' essa conserva le sue dimensioni; ma anche perchè tutte le proprietà che la caratterizzano, e turte le altre sue tendenze alla combinazione si trovano appena indebolite, quando all' opposto nella combinazione le proprietà

antagoniste sono diminuite da tutta la saturazione ch' esse hanno provata.

Havvi dunque, nelle combinazioni dei gas, una condensazione ch' è ordinariamente maggiore di quella che si osserva nei liquidi, perchè essi possono molto diminuire di volume per le cause istesse.

Si osserva in fatti una condensazione talvolta considerabile nelle combinazioni gasose che si formano; così il vapor dell' acqua al calore dell' ebollizione occupa molto meno spazio di quello che occuperebbero, alla stessa temperatura, il gas idrogeno e il gas ossigeno che lo producono. Il gas nitroso ha un peso specifico maggiore di quello del semplice miscuglio dei due suoi elementi; lo stesso è pure rispetto al gas ammoniacale.

Il ravvicinamento delle molecole può esser tale che l' azion reciproca si trovi aumentata al punto che la sostanza combinata prende lo stato liquido, od anche lo stato solido; infatti il gas d' ammoniaca, nel quale gli elementi hanno già sofferto una grande condensazione, ne prova una di nuova quando si combina col gas muriatico, e l' uno e l' altro prendono lo stato solido.

Il gas idrogeno ed il gas ossigeno ridotti in acqua, non possono più conservare lo stato gasoso che sotto un certo grado di pressione: ad una pressione forte prendono essi lo stato li-

quido, ed in fine, con una diminuzione di temperatura, diventano solidi. Questa combinazione si trova dunque, pel ravvicinamento delle molecole, in uno stato intermediario tra quello in cui l' affinità reciproca non produce alcun effetto sensibile, e quello in cui essa produce la liquidità, ed in fine la solidità, e, secondo lo stato della temperatura e della compressione, la forza espansiva o la forza di coesione diventano preponderanti.

177. Si trova dunque nei gas che si combinano e che subiscono una condensazione abbastanza grande, i fenomeni che ho osservati nelle altre combinazioni nelle quali la disposizione alla solidità è aumentata tutte le volte che l' affinità è bastantemente energica: ma sono essi molto più considerabili, perchè la condensazione è molto maggiore.

I liquidi ed i solidi che si combinano con le sostanze gasose assoggettano queste al loro stato, o prendono essi medesimi lo stato gasoso, secondo l'energia delle forze che sono in azione, talvolta secondo le proporzioni.

Quando un solido passa in combinazione con un fluido elastico, è difficile il valutare la condensazione che risulta dalla combinazione, perchè s' ignora qual volume prenderebbe un solido ad una temperatura bassa, se la forza di coesione cessasse di agire sopra di esso. Questa conden-

sazione è nondimeno manifesta, poichè, nella maggior parte dei casi, il volume della sostanza gasosa vien ridotta per mezzo della combinazione, e perchè sempre il peso specifico della combinazione è maggiore di quello che aveva la sostanza gasosa. Perciò il peso specifico del gas muriatico ossigenato, dell' acido solforoso e dell'acido carbonico, è molto maggiore di quello del gas ossigeno; quello del gas idrogeno carburato, fosforato e solforato, molto maggiore di quello del gas idrogeno.

178. Se nelle combinazioni che si formano, una porzione del calorico è sempre eliminata, se l' azione del calorico ha sempre per effetto immediato la dilatazione dei corpi, e se esso aumenta la disposizione loro all' elasticità, sembra difficile da principio il concepire come un aumento di calorico possa produrre la combinazione dell' idrogeno e dell' ossigeno da cui dee eliminarsene una grande quantità, e come avvenga, secondo l' espressione di Monge (1) *che aumentando la dose del dissolvente, si diminuisce l'aderenza ch' egli aveva per le sue basi.*

Ho tratto dallo stesso Monge una spiegazione che mi sembra risolvere questa difficoltà (2). La compressione, ravvicinando le molecole di

(1) Mém. de l'Acad. 1783.
(2) Ibid. 1788.

due gas, aumenta l'azione loro reciproca, e può essere portata ad un punto in cui essa determini la combinazione. Ora la porzione d' un gas che è la prima a ricevere il calore, prova una dilatazione tanto maggiore, quant' è più intenso il calore; deve essa quindi comprimere con uno sforzo grande le parti del gas che non hanno ancora ricevuto lo stesso grado di temperatura, e con ciò determinare la combinazione loro. Ma il calorico che abbandona questa combinazione e che l' inalza ad una temperatura molto più alta, produce colla tensione che ne risulta una reazione molto maggiore, di modo che la porzione che non aveva fatto che dilatarsi, è obbligata di entrare anch' essa in combinazione.

Il calorico dunque, dilatando una porzione d' un gas, non farebbe che causare una compressione sopra quella porzione ch' è la meno riscaldata; ma l' effetto totale sarebbe dovuto al repentino ravvicinamento delle molecole, prodotto dalla combinazione, come è desso dovuto alla causa stessa nella percussione dei corpi solidi, ed in quella dei corpi che contengono delle sostanze la cui combinazione non esige che una picciola causa e che si trovano, per così dire, sul limite della loro esistenza.

Trembley ha fatto delle osservazioni contro questa spiegazione, le quali non mi paiono fondate che sull' oscurità con cui l' ho presentata.

„ Come dunque, dic' egli, il calorico può pro-
„ durre ad un tempo stesso l' elasticità e la com-
„ pressione? Ed una compressione colla quale
„ scaccia se stesso dagli aggregati che formati
„ aveva coll' ossigeno? Nel primo caso, si am-
„ mette un mezzo nuovo ed ignoto ch' è stato
„ obbliato nella teoria, e che ne prova l' insuffi-
„ cienza; nel secondo, si fa produrre al calorico
„ degli effetti così differenti e così opposti da non
„ essere possibile di formarsene un' idea: si ricade
„ così negli stessi diffetti che cotanto si sono rim-
„ proverati al flogisto (1) „

Trembley ha dunque stabilito la sua obbiezzione sulla supposizione che il calorico aumentasse ad un tempo stesso l' elasticità, e producesse una compressione colla quale scacciasse se stesso dalla combinazione che formava. Quest' è ciò ch' io non ho voluto dire.

La dilatazione repentina, prodotta da una porzione dei due gas che sono mescolati, o in semplice dissoluzione, cagiona, secondo la spiegazione che ho creduto di poter adottare, una compressione proporzionale nella parte che non ha ancora potuto dividere la temperatura, e produce con ciò la combinazione dei due elementi.

1.° La compressione favorisce la combinazione

(1) Mém. de Berlin, 1797.

d' una sotanza gasosa pel ravvicinamento delle parti che esercitano l' azion chimica; quindi col suo mezzo si aumenta la dissoluzione del gas acido carbonico nell' acqua, ed una più forte compressione può esercitare un' azione efficace su delle combinazioni molto più difficili da formarsi.

2.° Egli è un fatto che la compressione può produrre delle combinazioni accompagnate da scoppio o da eliminazione del calorico; perciocchè col solo suo mezzo si fa scoppiare il muriato ossigenato di potassa, mescolato con delle sostanze infiammabili, non meno che l' argento, l' oro ed il mercurio fulminante. Basta adunque che la dilatazione d'una parte del gas sia un effetto più pronto della comunicazione della temperatura all' altra parte.

3.° Non si può dubitare che lo scoppio non sia un effetto successivo, e che per conseguenza la dilatazione prodotta in una parte, non possa causare la compressione supposta in una parte contigua.

Howard ha benissimo spiegato per via di tale circostanza le differenze che presentano nella loro forza la polvere ordinaria e le altre polveri scoppianti (1).

Si vede dunque perchè l' elettricità può pro-

(1) Trans. philos. 1800.

durre effetti opposti, secondo le circostanze (136). Decomporrà essa l' acqua per mezzo dell' espansione che accompagna l' azione sua; ma questa medesima espansione potrà ricomporla di nuovo, quando l' effetto avrà luogo nel miscuglio che si è formato di gas idrogeno e di gas ossigeno: la dilatazione prodotta in una parte potrà agire sulle altre per mezzo della compressione, ciò che corrisponde alle sperienze dei chimici olandesi (1) le quali sono state ripetute da Silvestre e Chappe, e da Tennant.

CAPITOLO II.

Dell' affinità risultante.

179. Le sostanze elastiche provano una contrazione più o meno grande, quand' entrano in combinazione; ma i caratteri di queste combinazioni dipendono in gran parte dallo stato in cui le sostanze gasose si trovano ridotte. Agiscono esse talvolta come una sostanza semplice; in altre circostanze si decompongono, e le parti loro formano delle nuove combinazioni le cui proprietà dipendono ancora dallo stato delle sostanze elastiche che le compongono: talmentechè queste sostanze portano nelle composizioni delle dispo-

(1) Journ. de phys. t. XXXV.

sizioni che determinano la loro costituzione particolare, e con ciò contribuiscono più o meno all' azione che queste possono esercitare.

L' azione chimica delle sostanze che hanno nella loro composizione qualche elemento naturalmente elastico, riceve dunque, pei cangiamenti di costituzione, delle modificazioni di cui è d' uopo determinare le condizioni e le differenze caratteristiche, non che le condizioni e le differenze caratteristiche di quelle sostanze che non cangiano sensibilmente di costituzione. Dovrò ancora, in questo capitolo comparare le differenze che distinguono la decomposizione di queste sostanze.

Chiamo affinità risultante, quella la cui azione procede da parecchie affinità in una stessa sostanza, mentre questa la esercita collettivamente, e distinguo quella delle parti che la compongono, quand' esse diventano individuali, col nome di affinità elementari. Per esempio, quando l' acido nitrico ch' è composto d' ossigeno e di azoto, si combina colla potassa, esso agisce su quest' alcali con una affinità che risulta da quella dell' ossigeno e da quella dell' azoto; ma se le parti elementari si separano per entrare in altre combinazioni, le affinità elementari sono sostituite all' affinità risultante. Siccome l' azion chimica è reciproca, così do egualmente il nome di affinità risultante a quella che ha una sostanza semplice

per una sostanza composta, di cui punto non ne altera la composizione.

180. Se l' acqua discioglie una combinazione salina senza cangiare lo stato rispettivo di saturazione, e se essa non può produrvi cangiamento alcuno, qualunque sia la proporzione nella quale si fa agire, si può ben dire che l' azione reciproca della sostanza salina è risultante: il che proviene dall' esser le parti elementari della combinazione ancora lontane dallo stato di saturazione, di modo che quanto loro rimane da soddisfare della loro tendenza reciproca è ancora più considerabile dell' azione che l' acqua esercita sopra una delle parti elementari preferibilmente all' altra. Ma se l' acqua agisce sul solfato di mercurio ossigenato, ella produce una separazione delle parti elementari, cangia lo stato della combinazione, secondo la quantità sua e secondo la temperatura che l' asseconda. Allora bisogna comparare come isolate tutte le forze che influiscono sul risultato, nè si dee più considerare l' acqua come un semplice dissolvente.

La specie d' affinità risultante di cui ora ho parlato, e che appartiene ai dissolventi, propriamente detti, non merita qui alcuna particolare considerazione. Basta osservare se un dissolvente agisca senza alterar lo stato di combinazione, o se un' azione relativamente più forte sia quella che non lasci più sussistere gli stessi rapporti tra

gli elementi della combinazione: nel primo caso, il liquido non cangia sensibilmente lo stato delle forze, asseconda esso soltanto la facoltà di esercitarle, dandone la liquidità, e nel secondo, cangiando lo stato di combinazione, conduce pure un altro risultato colla forza ch' esercita, ma senza alterare sensibilmente le forze che agivano prima che s' interponesse. Non è lo stesso quando le sostanze elementari cangiano di stato, passando in altre combinazioni. Allora le forze che agiscono, provano una rivoluzione che conviene distinguere, e di cui è d' uopo considerare la causa e gli effetti.

181. L' azion d' una sostanza dipende dall' energia della sua affinità e dalla quantità colla quale essa si trova nella sfera d' attività. Se dunque l' elasticità di cui si suppone esser essa dotata nello stato libero, è sormontata dall' azione d' un altra sostanza, e se per ciò si trova essa condensatissima, e se inoltre la combinazione che forma è liquida, gode essa di tutte le proprietà dei liquidi e può agire con una massa molto più grande.

Nondimeno l' effetto della sua affinità è diminuito di tutta la saturazione che prova in forza della combinazione che soffre; ma quest' effetto nell' affinità risultante è spesse volte molto più picciolo dell' aumento di energia ch' essa acquista per la sua condensazione. Aggiungasi che se la

sostanza con cui si è combinata, è divenuta liquida, quantunque l' azion sua sia egualmente indebolita di tutta quella ch' essa esercita sull' elemento gasoso, può nondimeno, col vantaggio della liquidità, acquistar di più di quello che perde colla combinazione, e concorrere coll' azione della sostanza gasosa.

Da ciò si scorge perchè il solfo ed il fosforo possono formare, colla condensazione dell' ossigeno, delle combinazioni che hanno un' azione potente sopra gli alcali, e le cui proprietà derivano particolarmente da quella dell' ossigeno, mentre che nello stato gasoso l' elasticità sua era un ostacolo ad ogni combinazione con essi.

182. Non bisognerebbe però concludere da ciò che si è detto, che quanto maggiore è la condensazione d' una sostanza gasosa tanto più considerabile sia l' energia ch' essa porta in tutti gli effetti. Havvi in vece due condizioni che bisogna distinguere, la condensazione cioè e la diminuzione dell' affinità per mezzo della saturazione ch' essa prova.

Quanto più la condensazione è forte, tanto più è maggiore la perdita ch' è dovuta alla saturazione, essendo eguale il resto. Si deve dunque trovare nella combinazione tanto minor numero di proprietà dovute all' affinità d' una sostanza gascsa, quanto più questa sostanza si trova ridotta ad uno stato di maggiore condensazione.

L' acido solforoso contiene una proporzione

d' ossigeno minore dell' acido solforico; ma è meno condensato, per ciò è più volatile, più difficilmente anche abbandona lo stato gasoso, onde si è riguardato come molto più debole. Eppure possede esso le proprietà acide ad un grado più forte; poichè se si espone il solfito di potassa al gas ossigeno, esso ne assorbe una considerabile quantità, e tutto il solfito si converte in solfato, senza che vi sia alcun cangiamento nello stato di saturazione, e senza che si faccia alcun svolgimento, come io stesso me ne sono assicurato facendo l'esperienza sopra l'acqua in un recipiente ripieno di gas ossigeno. A tal proposito avvertirò, che nelle valutazioni che sono state date delle proporzioni dell' acido e dell' alcali nei solfiti e nei solfati, sono necessariamente caduti in errore coloro che hanno stabilito le proporzioni dell' acido solforoso nei solfiti maggiori di quelle dell' acido solforico nei solfati.

Quando si espone a vivo fuoco un solfito, si sublima del solfo, si svolge anche del gas solforoso, ed il residuo si trova cangiato in solfato, il che mi aveva fatto credere che vi restasse meno solfo nell' acido solforico che rimane combinato colla potassa (1); ma una porzione dell' alcali è soprabbondante e si ritrova nello stato

(1) Mém. de l'Acad. 1782.

di solfato, di modo che la conclusione ch'io aveva tratto da questa sperienza non è punto esatta.

Il nitrato di potassa, dal quale si è sprigionato, una porzione dell' ossigeno, si discioglie facilmente nell' acqua; la dissoluzione sua non dà alcun indizio d' alcalinità, come Gay Lussac se n' è assicurato; nondimeno si sprigiona molto gas nitroso quando vi si versa un acido. Non bisogna però spinger molto l' azion del fuoco, poichè allora lo stesso acido nitroso comincierebbe a decomporsi, e l' alcalinità si svilupperebbe. L' acido nitroso dunque ha tanta acidità quanta ne ha l' acido nitrico.

Il muriato ossigenato di potassa abbandona per l' azion del calore tutto l' ossigeno suo, e nondimeno il residuo è ancora perfettamente neutro, quantunque sia stato detto il contrario.

Non si può dubitare che i fosfiti non si cangino in fosfati, come pure i solfiti in solfati, senza che lo stato di saturazione si cangi.

183. Questi fatti provano che la proprietà acida che consiste a saturare delle quantità determinate d' alcali, non è proporzionale alla quantità d' ossigeno che si combina con una base; ma che quanto più si trova condensato, e quanto è più forte per conseguenza l'azione ch'esso prova, tanto meno, a quantità eguale, dà esso d' acidità; imperciocchè la proprietà acida ch' esso comunica per mezzo della sua affinità che rimane li-

bera, si trova diminuita in ragione di quest' azione.

Ma le proprietà ch'esso deve alla condensazione sono molto più forti nell'acido solforico; acquista un peso specifico molto maggiore e per conseguenza molto più di potenza contro la forza di coesione (49) e molto più resiste alla sua decomposizione.

Non si può stabilire questo rapporto dell'azione tra l'acidità e la condensazione dell'ossigeno, se non quando la base è la stessa, e non quando se ne fa la comparazione nelle differenti sue combinazioni, perchè le proprietà della base concorrono anch' esse all' azione che l'ossigeno esercita sugli alcali, e può modificare i suoi effetti fino ad un certo punto. Il solfo ed il fosforo ce n' offrono un esempio: l' uno e l' altro hanno all' incirca lo stesso peso specifico; il fosforo agisce sull' ossigeno molto più efficacemente del solfo, di modo che l' ossigeno vi si trova fissato in maggior quantità ed in istato di maggior condensazione, e con ciò l' acido fosforico acquista maggior peso specifico e molto maggior fissezza dell'acido solforico. Non di meno se esatte sono le sperienze fatte per determinare le proporzioni, si trova che l' ossigeno produce un effetto acido maggiore nell' acido fosforico che nel solforico. Cento parti d' acido solforico, secondo le sperienze di Chenevix, che poco differiscono dalle

valutazioni di Thenard (1), contengono 38 parti ponderali d'ossigeno, mentre 100 parti d'acido fosforico, secondo Lavoisier, ne contengono 60 d'ossigeno. Ora, 100 parti d'acido solforico, ovvero 38 d'ossigeno, neutralizzano 70 parti di calce (2) nel mentre che 100 parti d'acido fosforico, ovvero 60 parti di ossigeno, ne neutralizzano 174 (3). Nondimeno mi sembra probabile che una circostanza possa indurci in errore. Ho osservato che il fosfato di calce prendeva, precipitandosi, un eccesso di calce; talmentechè è possibile che il fosfato che Vauquelin ha ottenuto, avesse una porzione di calce che eccedesse lo stato neutro, perlocchè se si facesse l'esperienza sopra un fosfato esattamente neutro, si potrebbe trovare che l'ossigeno comunica in proporzion minore le proprietà acide nella sua combinazione col fosforo di quello faccia in quella collo zolfo.

184. Applicando i principj che sembrano confermare queste osservazioni alle differenti combinazioni che formano le sostanze elastiche, si può giudicare dalle proprietà di queste combinazioni dello stato di saturazione ch'esse provano; così l'azoto non lasciando scorgere alcuna proprietà

(1) Bibl. Britan. t. XVIII.
(2) Syst. des Conn. Chim. t. III.
(3) Ibid.

geno, nè dell' idrogeno, si può concludere che queste due sostanze si trovano combinate al punto in cui l' affinità reciproca esercita il maggiore effetto, e che sono esse in uno stato paragonabile a quello d' un sal neutro nel quale le proprietà acide ed alcaline sono egualmente divenute latenti: hanno esse provato per la loro combinazione una condensazione mercè la quale il loro volume è stato ridotto ad un $^1/_{1000}$. Negli acidi, le qualità dell' ossigeno restano dominanti; nei liquidi infiammabili, rimangono dominanti quelle dell' idrogeno: di modo che nelle prime combinazioni, l' ossigeno prova un grado di saturazione più picciolo che nell' acqua, e nelle ultime, è l' idrogeno quello che trovasi in questo caso.

Queste osservazioni ci fanno parimente riconoscere, nelle combinazioni gasose, delle proprietà analoghe a quelle che abbiamo osservate nelle combinazioni degli acidi cogli alcali. La saturazione rende latenti le proprietà caratteristiche dei due gas; ma quelle che appartengono all' uno dei due possono non essere neutralizzate, come nei sali aciduli ed alcalinuli. Allora la combinazione conserva le proprietà distintive d' uno degli elementi, come accade negli acidi che debbono la loro acidità all' ossigeno. L' influenza di questo è tanto maggiore, quanto prova meno di saturazione; laonde risulta ch' esso conserva tanta

capacità di saturazione nell' acido solforoso, quanta nell' acido solforico, quantunque vi sia in proporzione minore. Bisogna però ch' esso abbia con ciò acquistato una bastante solubilità nell' acqua per poter agire in un grado di concentrazione abbastanza sensibile; imperciocchè se non potesse essere bastantemente condensato, perderebbe esso, per lo stato di dilatazione, ciò che guadagnato avrebbe per la debolezza della combinazione, come si osserva nell' acido muriatico ossigenato. In fine bisogna distinguere nelle combinazioni gasose, come in quelle degli acidi e degli alcali, gli effetti che dipendono dalla condensazione, da quelli che provengono dalla saturazione.

185 dopo tali considerazioni generali sulle combinazioni delle sostanze gasose, andiamo ad esaminare l' azione risultante di queste combinazioni e le modificazioni ch' essa prova.

Mentre una sostanza agisce per via d' una forza risultante, lo stato rispettivo delle sue parti elementari non cangia punto; di modo che, per esempio, un miscuglio d' acido nitrico e di acido solforico nell' acqua non si dee considerarlo come una dissoluzione d' ossigeno, d' azoto e di solfo, nella guisa che considerar si dovrebbe relativamente a delle sostanze che per la combinazione loro non cangiano sensibilmente di costituzione; ma riguardar bisogna in esso miscuglio l' acido

nitrico e l' acido solforico come due sostanze semplici, finattantochè conservano la costituzione loro.

Quando la sostanza composta, agendo con una forza risultante, entra in una combinazione, l' unione delle parti elementari si trova garantita di tutta la saturazione ch' essa prova con ciò. Il ferro quindi che potrebbe decomporre facilmente l' acido nitrico, non lo può più tosto che è combinato colla potassa; e l' acido muriatico ossigenato, che cede così facilmente il suo ossigeno, lo ritiene molto più nel muriato ossigenato di potassa.

Avviene il contrario, allorche in luogo d' una sostanza saturante che serve d' appoggio alla affinità risultante, se ne aggiunge un' altra che tenda a formare una combinazione in cui debba entrare una delle parti elementari. Per esempio, quando si aggiunge dell' acido solforico al miscuglio d' acqua e di ferro, l' acido favorisce la decomposizione dell' acqua, perchè tende, al pari dell' ossigeno, a combinarsi col metallo, e la decomposizione dell' acqua è determinata dalla riunione delle forze. Egli è in questa riunione di forze che consistono gli effetti dell' affinità che si chiama *predisponente*.

Il calorico che tende a rendere l' elasticità alle sostanze condensate, indebolisce appunto per ciò, o distrugge l' unione della quale dipendeva

l' affinità risultante, e le fa succedere le affinità elementari, o pel solo effetto dell' azione sua o pel concorso di altre affinità; onde esponendosi il nitrato di potassa ad un forte calore, l' acido nitrico viene tosto ridotto in gas ossigeno ed in gas azoto, e messo in contatto, ad un grado minor di calore, col ferro, collo zolfo o col carbone, esso si distrugge, e le affinità dell' ossigeno rimpiazzano le sue nelle combinazioni che si formano. Si scorge dunque che il calore che si sprigiona in tante operazioni, come, per esempio, nel semplice miscuglio dell' acqua e dell' acido solforico, può efficacemente intervenire nei fenomeni che si producono.

186. Quando una sostanza straniera esercita sopra una delle sostanze elementari un' azione più forte della tendenza alla combinazione che tiene questa in un composto, essa ne produce la separazione; ma siccome l' azione sua s' indebolisce colla saturazione che prova, e siccome al contrario la sostanza che tende a ritenere quella ch' è l' oggetto d' uno sforzo opposto agisce con tanta maggior forza, con quanta la proporzion dell' ultima diminuisce, così queste due azioni contrarie possono pervenire ad uno stato di equilibrio che non potrà venir cangiato che facendosi variare le masse, o cangiandosi la temperatura. Ma una circostanza che non bisogna lasciar d' osservare, si è quella che l' azion chimica talvolta

non si esaurisce se non dopo molto tempo. Ora, se una combinazione che risulta da certe proporzioni prende lo stato gasoso, essa fugge prima che la sostanza opposta abbia esaurito l'azione ch' esercita sopra una delle sostanze elementari; di maniera che si acquisterebbe una falsa idea delle forze opposte, se si riguardassero le due combinazioni che si separano come il termine fisso delle potenze che le producono.

187. Mentre le affinità elementari sostituiscono l' azione loro a quella dell' affinità risultante, spesso accade che una porzione della sostanza composta agisce sopra un risultato della decomposizione per mezzo d' un' affinità risultante; talmentechè, colla combinazione che tende a formare, favorisce da un canto la decomposizione di detta porzione e dall' altro vien essa preservata dalla sua propria decomposizione. Così accade il più delle volte, quando un metallo agisce sull'acido nitrico: non v' è che una porzione sola che si decompone, mentre l' altra entra in combinazione coll' ossido che si forma. Havvi apparenza che alla distanza sola si debba questa differenza d' azione, e che la porzione dell' acido più vicina al metallo sia quella che si decomponga, nel tempo stesso che l' altra più lontana, senza decomporsi si combini coll' ossido.

E' dunque chiaro, che e le quantità delle sostanze che possono agire, e la temperatura ini-

ziale non men che quella che può stabilirsi successivamente, e l' azion risultante d' una parte della sostanza composta, e la costituzione ch' è attaccata a certe proporzioni che entrano in combinazione, possono far variare indefinitamente i risultati dell' azione di due sostanze, quand' anche una sola sia composta, come si può osservare nell' azion mutua dell' acido nitrico, e in quella ancora d' un metallo che dà origine a dei gas, degli ossidi, dei nitrati differentissimi ed anche all' ammoniaca che giunge a diversamente modificare tutti i prodotti.

188. Le osservazioni precedenti provano quanto sia più variabile l' azion chimica nelle sostanze che nella composizione loro ricevono degli elementi gasosi, che in quelle che composte sono di elementi fissi, e quanto si perda, rispetto alla conoscenza delle proprietà chimiche e dei fenomeni ai quali esse concorrono, quando vogliam limitarci alla determinazione delle loro parti elementari non men che a quella delle loro proporzioni.

189. Per ben comprendere la differenza che esiste nell' azion delle sostanze, secondo la loro costituzione, paragoniamo le proprietà ch' esse presentano nei differenti stati.

Nel mentre che le molecole del solfo sono sottoposte alla forza di coesione, questa sostanza non può vincere la resistenza dell'elasticità del gas

ossigeno; ma perdendo essa la sua coesione per mezzo d' un alcali, può allora esercitare un' azione molto più potente: si trova nel caso stesso come se il calore avesse distrutto l' effetto della sua coesione. Può dunque combinarsi coll' ossigeno fino al termine in cui la resistenza di questo sia eguale a ciò che gli resta d' azione. L' alcali a dir vero indebolisce la sua tendenza alla combinazione coll' ossigeno, di tutta la quantità colla quale agisce sopra il solfo, ma egli stesso vi apporta poi una disposizione a combinarsi con l' ossigeno, la quale non produrrebbe alcun effetto, se fosse solo, perchè sormontar non potrebbe la resistenza dell' elasticità. Il risultato è un effetto, simile a quello ch' avrebbe prodotto un grado di temperatura abbastanza elevata per cangiare il solfo in acido solforico.

Il solfo, in questa circostanza, non ha fatto che ricuperar l' esercizio dell' affinità ch' era resa latente dalla forza di coesione; non è lo stesso del fluido elastico.

Se si discioglie l' acido carbonico coll' acqua, il suo volume si trova condensatissimo, come lo fa vedere il peso specifico della stessa acqua, e soprattuto quello ch' esso ha nei carbonati alcalini, secondo le sperienze di Kirwan. In tal guisa quantunque perda esso con ciò quella parte della sua affinità che corrisponde alla saturazione che prova, non è sor-

prendente che possa allora produrre degli effetti molto più energici che nello stato elastico; per ciò l' acqua impregnata d' acido carbonico discioglie il carbonato di calce che più non ha azione sull' acido carbonico libero, ma bensì ha una gran forza di coesione, ed essa medesima può, per mezzo di questo carbonato, assorbire una molto maggiore quantità d'acido carbonico. Questo acido però non avrebbe potuto combinarsi, nemmeno colla calce, senza il concorso dell' acqua; ma condensato che sia colla calce, l' affinità sua acquista una tale energia, che non può più esserne separato che pel concorso dell' acqua la quale, essa pure agisce allora per mezzo dell' elasticità che riceve dal calore.

Il solfo ha acquistato un' energia d' azione per mezzo della distruzione della forza di coesione, e l' acido carbonico per mezzo della condensazione del suo volume. Quest' ultima condizione potendo variare indefinitamente nelle combinazioni che fissano l' acido carbonico, ne risulta che l' azione della sua affinità può trovarsi moltissimo differente.

L' azion dell' acqua è debolissima nella maggior parte delle circostanze, allorchè si paragoni a quella dell' acido nitrico; è dessa nondimeno che procura la maggior energia a quest' acido, il quale senza lei resterebbe nello stato gasoso e non sarebbe che del vapor nitroso. Gli ele-

menti suoi ch' essa ravvicina, acquistano una grande potenza, e tostochè è entrato in combinazione con una base, l'acqua diventa inutile, può essere scacciata senza che l' acido cessi di conservare il nuovo stato che deve a questa combinazione, fino a tanto che il calore abbia in fine prodotto una dilatazione che controbbilanci l' azion mutua dei suoi elementi, e quella della base colla quale essi erano uniti.

190. L' ossigeno combinandosi può dunque acquistare una grande energia in grazia della sua condensazione; ma quest'energia dipende ancora dal grado di saturazione ch' esso prova, e dal concorso della sostanza colla quale è combinato.

Se la saturazione è debole, l' avvantaggio prodotto dalla condensazione può esser tale, che non vi sia bisogno di distruggere gli effetti della saturazione per mezzo del calore, purchè una combinazione che non poteva operarsi colla sostanza, mentr' era nello stato elastico, non si formi immediatamente. Quest' è ciò che si osserva nell' acido muriatico ossigenato che decompone l' ammoniaca; l' ossigeno e l' idrogeno si riuniscono, benchè l' uno e l' altro fossero combinati. Ma se l' una delle due sostanze prova una nuova saturazione, se, per esempio, l' ammoniaca è combinata coll' acido muriatico, la combinazione dell' ossigeno coll' idrogeno non può più aver luogo nella stessa circostanza. Al contrario, quando una

sostanza tende a combinarsi con uno degli elementi, essa agisce in senso opposto alla forza risultante, tende a distruggerla, e concorre così coll' azione del calore. Questo allora non ha più bisogno di essere tanto forte per effettuare tale distruzione.

Aumentandosi l' azion reciproca degli elementi per mezzo della nuova condensazione ch' una combinazione produce, si viene a consolidare l' unione di questi elementi, ed al contrario s' indebolisce quest' azione reciproca per mezzo della dilatazione operata dal calore, la quale finisce col distruggere l' effetto.

Il cotal guisa una sostanza accelera, per via del suo concorso col calore, la decomposizione d' una combinazione che contiene un elemento elastico. Per esempio, quando il carbone detona col nitrato di potassa, questo non ha bisogno di una temperatura così alta per la separazione dei suoi elementi, come se fosse solo. L' affinità allora del carbone per l' ossigeno concorre coll' azione del calore per separare l' ossigeno dall' azoto; ma tostochè questa separazione si opera, l' ossigeno che entra in combinazione colle parti del carbone, è sottoposto alle stesse condizioni, come se il gas ossigeno si fosse combinato immediatamente. Tutto ciò che gli è superfluo in calorico viene eliminato nell' una e nell' altra circostanza; l' acido carbonico si trova fornito delle stesse proprietà, e le affinità elementari son succedute all' affinità risul-

tante, oppure si è stabilito una nuova affinità risultante.

Una sostanza infiammabile affretterà tanto più la decomposizione di quella ch' è ossigenata, quanto più avrà essa una maggior tendenza a combinarsi coll' ossigeno, e che questo sarà più debolmente ritenuto nella sua combinazione: essa produrrà dunque quest' effetto più facilmente co muriato surossigenato che col nitrato di potassa; un metallo ossidabilissimo esigerà meno calore che un altro che lo sia poco; ed in fine colla riunione delle condizioni favorevoli, la compressione basterà per produrre la decomposizione.

191. Se non si distingue la differenza che esiste nell' azione d' una stessa sostanza, secondo la costituzione di cui gode nella circostanza in cui essa la esercita, si possono trarre dall' osservazione delle conseguenze affatto opposte sulle leggi dell' affinità; perciò riscontrasi, considerandosi l' azione dei liquidi e dei solidi, che quant' è più grande la quantità d' una sostanza che si combina con un' altra, tanto più l' azione sua diminuisce; ma portando l'attenzione sull' acido solforoso, comparato all'acido solforico, si osserva che quantunque il solfo sia in maggior proporzione nel primo, e che per conseguenza dovrebbe, conformemente alla teoria generale, ritenere l' ossigeno con più forza dell' ultimo, pure succede tutto al contrario, poichè il gas

idrogeno solfato, il ferro e molti altri metalli decompongono l' acido solforoso tolgliendoli l' ossigeno, mentre nelle stesse circostanze di liquidità non hanno azione alcuna sull' acido solforico. Il gas nitroso anch' esso cede il suo ossigeno alle sostanze metalliche più facilmente dell' acido nitrico (1).

Quando delle sostanze elastiche passano dallo stato di condensazione ad uno stato di dilatazione più o meno grande, secondo le combinazioni che formano, portano esse delle nuove disposizioni in queste combinazioni. Il loro stato produce degli effetti opposti a quelli che sono dovuti alla condensazione. Da ciò nascono delle combinazioni determinate dalle circostanze, e che differiscono per lo stato di condensazione, e per le proporzioni delle parti elementari. Queste differenti combinazioni esercitano in conseguenza della loro costituzione un' azione ch' è altresi differente dalla precedente, come se esse avessero delle altre parti costituenti. Perciò, tranne le circostanze in cui l' acido solforoso e solforico possono essere trasformati, presentano nelle loro combinazioni e nei modi loro tante differenze quante ne presentano due acidi che hanno delle parti elementari differenti.

192. Questi fenomeni diversi sono compresi

(1) Systême des conn. chim. t. VI. p. 350.

sotto le leggi generali se nelle cause che concorrono a produrli si fanno entrare gli effetti dell'elasticità che s' oppone alle combinazioni e che diminuisce la quantità che può trovarsi nella sfera d' attività relativamente ai liquidi ed ai solidi, i quali sotto un medesimo volume agiscono in quantità molto maggiore, e se si distinguono inoltre le proprietà ch' una sostanza acquista col mezzo della condensazione de'suoi elementi gasosi, dalla saturazione che questi elementi provano.

Egli è appunto per non essere stati considerati questi effetti dell' elasticità e della disposizione all' elasticità, ch' essi vennero confusi con quelli dell' affinità indipendente dalle circostanze che la modificano, e si è sostenuto che gli acidi, naturalmente elastici, possedevano un' affinità più debole di quelli che sono più fissi; ed è egualmente per non essere stati distinti gli effetti dovuti alla condensazione e alla capacità di saturazione, ch'è la misura dell'azione degli acidi sopra gli alcali, che si è riguardato l' acido solforoso come un acido molto più debole dell' acido solforico, quantunque, a quantità eguale, possa esso saturare una maggior quantità di base alcalina. In fine, essendosi trascurate le considerazioni della teoria, si è spesso tratto da alcune osservazioni delle conseguenze che si contraddicono con quelle che sono state dedotte da altre osservazioni.

Cosicchè, quantunque molti fatti siano una prova d'una maggiore disposizione dell idrogeno che del carbonio a combinarsi coll' ossigeno a tutte le temperature, e quantunque a peso eguale produca esso una maggiore saturazione d'una maggior quantità d'ossigeno, veggendosi che quando l'acqua che passa in vapore sul carbone si decompone, si è concluso che il carbonio ha coll'ossigeno un'affinità maggiore dell' idrogeno. Ma havvi quì un concorso di circostanze che contribuiscono al risultato. L'idrogeno si svolge per combinarsi col carbonio, di maniera che è l'idrogeno carburato che si forma, e non l' idrogeno che venga eliminato. Nello stesso tempo l'ossigeno si combina con un'altra parte del carbonio; ma tanto l'idrogeno carburato, quanto l'acido carbonico hanno una grande disposizione all' elasticità la quale tanto più s' accresce quanto più la temperatura viene inalzata, e il grado della dilatazione a cui pervengono è molto maggiore di quello dell' acqua.

Il fosforo decompone l' acido solforico, e non decompone l' acido solforoso. Si è concluso pertanto ch' esso non può decomporre l' acido solforico che fino ad un dato termine; che l' azione del solfo, divenuta più potente a misura che l' ossigeno diminuisce, contrabbilancia allora l' affinità del fosforo per l' ossigeno, e che per conseguenza l' affinità del primo è maggiore. Ma si sono perdute di vista le oss ervazioni da me riportate

(191), e che provano che l' ossigeno abbandona più facilmente il solfo nell' acido solforoso che nell' acido solforico. Non è dunque se non che a cagione delle circostanze dipendenti dalla forza di coesione del fosforo e dalla volatilità dell' acido solforoso, che il fosforo agisce meno sull' acido solforoso, che sull' acido solforico, quantunque l' ossigeno s' attenga molto più a quest'ultimo. Il calore richiesto per diminuire la forza di coesione del fosforo accresce l' elasticità dell' acido solforoso; di modo che esso si sottrae alla azione del fosforo, mentre delle altre sostanze, che esercitano un' azione molto più debole, possono decomporlo.

193. Così le sostanze naturalmente elastiche hanno una disposizione atta a cagionare delle grandi differenze nella loro azione, secondo le circostanze nelle quali la esercitano. Finattantochè sono ritenute in una combinazione, e non provano ch' una condensazione comune alle altre sostanze, debbono essere considerate quali esse sono, e i cangiamenti di dimensione non influiscono sopra esse che per la disposizione più o meno grande allo stato solido; ma tosto che la loro elasticità cangia la costituzione della sostanza, l' azion loro si modifica proporzionalmente. Il calore per ciò diminuisce la loro azione risultante; le sostanze che agiscono sopra esse per una forza risultante, contribuiscono a mantenere

lo stato loro; quelle che portano la loro azione sopra uno degli elementi della combinazione, piuttosto che sopra un altro, concorrono col calore a distruggerlo. In quest' effetto le affinità elementari si sostituiscono all' affinità risultante.

NOTE

DELLA QUARTA SEZIONE

NOTA XII.

Le sperienze di Deluc (1) provano indubitatamente che la quantità di vapore che si forma in uno spazio vuoto, è la stessa come se questo spazio fosse riempiuto d' aria.

Il termometro essendo a 65 gradi di Fahreneit, il massimo dell' evaporazione nel vuoto inalza il mercurio d'un picciolo manometro di 0, 5 pollici, come risulta dalla media di molte sperienze ad una stessa temperatura. Il recipiente essendo riempiuto d' aria secca, e in appresso portato all' umidità estrema, il barometro, considerato come manometro, riceverà egualmente un' elevazione di 0, 5 pollici.

Conclude egli da un gran numero di sperienze, fatte coll' esattezza che gli è propria, che = il prodotto

(1) Trans. phil. 1793.

dell' evaporazione è sempre della stessa natura, vale a dire un fluido elastico il quale, sia solo, o mescolato coll' aria, affetta il manometro colla pressione, e l' igrometro coll' umidità, senza alcuna differenza che prodotta venga dalla presenza o dall' assenza dell' aria, almeno in una maniera sensibile finora.

Fece inoltre vedere che l' igrometro a capello è un indice fallace pei gradi che approssimano all'umidità estrema: il che conferma le osservazioni che mi sono permesso di fare in tal proposito.

La corrispondenza che esiste tra la temperatura e l' evaporazione, fa concludere a Deluc che l' ultima non è dovuta che all'azione del calore. La differenza che havvi, secondo lui, fra l' evaporazione e la vaporizzazione, si è che in questa il vapore deve sormontare la pressione che l' atmosfera esercita sull'acqua, e che nella prima il vapore si forma alla superficie dell' acqua ad ogni temperatura, perchè esso non vi trova che una resistenza che può sempre vincere. Il vapore non fa che mescolarsi coll' aria o dilatarsi in proporzione della sua quantità, come se fosse egli stesso una nuova quantità d' aria.

SEZIONE V.

DEI LIMITI DELLA COMBINAZIONE.

CAPITOLO PRIMO

Delle proporzioni degli elementi nelle combinazioni.

194. Ho esaminato le cause che producono la separazione e l' isolamento delle combinazioni, e le ho trovate negli effetti della solidità e dell' elasticità. Rimane ancora un problema interessante a risolvere, ed è quello di determinare quali sono le disposizioni e le circostanze che decidono delle proporzioni fisse in certe combinazioni, mentre che altre si fanno in tutte le proporzioni, e quali rapporti vi sieno intorno a ciò fra le combinazioni che si formano per mezzo della solidità, e quelle che prodotte sono senza perdere lo stato elastico, e che conservano le loro proprietà e le loro proporzioni in mezzo degli altri fluidi elastici, mentre havvene egualmente che possono ricevere delle pro-

prietà variabili ; ma rispetto a queste combinazioni fisse, conviene ancora esaminare ciò che havvi di costante, o ciò che può trovarsi di esagerato in questa proprietà che loro si attribuisce.

Tra i risultati dell' azion chimica, non havvene alcuno la cui causa sia stata tanto trascurata quanto quella della determinazione delle proporzioni che si osservano in alcune circostanze, mentrechè in altre occasioni le combinazioni si fanno in tutte le proporzioni, e quella non meno della differenza che può trovarsi in tal proposito tra i solidi, i liquidi ed i fluidi elastici.

Perchè si è trovata una composizione più o meno fissa in un certo numero di combinazioni, si è riguardato come un attributo delle affinità elettive il determinare per mezzo della differente energia della loro azione le proporzioni delle combinazioni ch' esse formavano, e non si è più cercato di riconoscere quanto vi poteva essere di positivo nella costanza delle proporzioni, fin dove realmente si estendeva tale proprietà, e ciò che distingueva l' azion chimica dei corpi che la posseggono, da quella delle sostanze che ne sono prive.

Nondimeno si è osservato che gli effetti della tendenza alla combinazione non sono sempre limitati a quelle proporzioni, neppur nelle sostanze saline nelle quali si manifesta l' azione d' una affinità energica. Per non allontanarsi allora dalle

idee ch' erano state adottate, si è supposto che vi fossero differenti termini di saturazione; due, per esempio, nei sali che possono cristallizzare nello stato neutro, o che possono essere aciduli; ma si è veduto che delle combinazioni si formavano in proporzioni variatissime, e rispetto a queste, non è stata obbliata intieramente la legge che segue l' azion chimica il cui effetto è altrettanto maggiore, quanto la quantità della sostanza che lo promuove è più considerabile. Talvolta si è distinto un' affinità fisica che agisce in ragion della quantità delle sostanze, dall' affinità chimica alla quale si è attribuito una facoltà elettiva per formare le combinazioni di quelle sostanze che si uniscono, o che si escludono indipendentemente dalle quantità che sono in azione.

In fine, in questi ultimi tempi, si è trovato che la forma delle molecole d' una sostanza, o delle parti integranti d' una combinazione, determinava tutte le forme secondarie ch' esse potevano produrre colla loro unione, e si è concluso che questa forma primitiva determinava le stesse combinazioni, e per conseguenza le proporzioni dei loro elementi.

Cercherò ora di trovare la spiegazione dei differenti stati di combinazione nelle circostanze che fanno variare l' effetto dell' affinità che produce una saturazione reciproca delle tendenze alla combinazione, e cercherò inoltre di stabilire una

linea di separazione più marcata di quella che ho posto fra gli effetti suoi immediati, e quelli dell azion reciproca a cui è dovuta la solidità.

195. Allorchè l' attenzion nostra si porta sui fenomeni che presentano le combinazioni deboli le quali producono la dissoluzione, osserviamo che un corpo solido, un sale, per esempio, si discioglie nell' acqua in qualunque proporzione, fino al termine estremo che dà la saturazione, e al quale la forza dissolvente si trova piú debole della forza di coesione che le è opposta, ma che il grado di saturazione varia secondo la temperatura che diminuisce la resistenza della coesione. Un grado di temperatura troppo elevato dà una tale tensione elastica all' acqua, ch' essa abbandona il sale che teneva in dissoluzione.

I metalli che si allegano, si disciolgono in ogni proporzione, qualora la differenza di peso specifico e di fusibilità non venga ad interrompere questa dissoluzione reciproca.

Le sostanze che si vetrificano, si combinano anch' esse in ogni proporzione, fino al termine in cui l' insolubilità di alcune, ed il grado di temperatura mettono un ostacolo a questa dissoluzione la quale è uniforme e trasparente, e che per conseguenza ha tutti i caratteri d' una combinazion chimica in cui tutte le proprietà sono divenute comuni.

La dissoluzion d'una sostanza elastica per mezzo

dell' acqua, ci presenta dei fenomeni analoghi. Quant' è più considerabile la quantità dell' acqua, tanto più è maggiore la proporzione della sostanza elastica che si discioglie; ma il calore che poteva favorire la dissoluzione del sale, diminuendo la resistenza della coesione, produce qui un effetto contrario, perchè accresce l' elasticità ch' è l' ostacolo alla combinazione.

Se mettiamo in opposizione due combinazioni, osserviamo che le separazioni che possono prodursi sono ancora un' effetto che dipende dalle quantità che agiscono, e dalla resistenza che oppongono fra loro la forza di coesione e quella dell' elasticità. Se l' acqua sarà saturata d' acido carbonico, l' aria gliene toglierà più o meno, secondo la sua quantità, e secondo la temperatura che regolerà lo sforzo elastico dell' acido carbonico. Se al contrario, l' aria tiene in dissoluzione molto acido carbonico, l' acqua che n' è priva e che per conseguenza possede tutta la sua potenza, gliene prenderà sino ad un certo limite. Quando poi l' azione sua cesserà d' essere efficace, l' acqua di calce potrà togliere all' aria la porzione che questa aveva potuto garantire contro la forza dell' acqua.

Se si espone dell' etere all' azione dell' aria, havvene una porzione che prende lo stato elastico e che corrisponde al volume che l' aria occupava, e alla temperatura; ma se si mette l' aria

a contatto dell'acqua, questa rende lo stato liquido al vapore etereo. Essa agisce in ragioue della sua quantità, e la sua potenza diminuisce colla saturazione; perchè quand' essa è giunta ad un grado avanzato di saturazione, allora è l' aria in vece che gliene toglie, e la partizione si fa secondo lo stato delle forze, e per conseguenza secondo il grado di elasticità determinato dalla temperatura.

In questi fenomeni semplici di cui sarebbe inutile d' accumularne un maggior numero, è l' affinità quella che produce delle combinazioni che non differiscono che per l' intensità di quelle che si riguardano tenalmeeci spcome chimiche. Il cammino che essa segue, si mostra senza oscurità, e se quando ella agisce con più energia, i fenomeni non hanno più la stessa regolarità, egli è senza dubbio perchè le circostanze che allora l' accompagnano, cangiano lo stato delle forze che producono il risultato.

196. Ho abbastanza moltiplicato le prove che fanno vedere che egli è proprio dell' azion chimica sì di crescere in ragione delle quantità delle sostanze che la esercitano che di produrre delle combinazioni le cui proporzioni sono graduali dal primo fino all' ultimo termine di saturazione; ma in un gran numero di combinazioni, le proporzioni punto non seguono questa progressione, e si fanno delle separazioni dovute a delle divisioni determinate dagli elementi di queste com-

binazioni. La forza di coesione o l' elasticità diventano preponderanti per produrre queste separazioni; ma non basta di raccogliere questi risultati dell' osservazione in ogni caso particolare, bisogna esaminare le disposizioni e le circostanze da cui queste proprietà possono dipendere, e le quali talvolta ne rendono l'effetto costante, mentre in altre circostanze o non si osserva, ovvero non sembra soggetto ad alcuna regolarità.

Kirwan ha esaminato i pesi specifici dell' acido solforico e dell' acido nitrico mescolati con differenti proporzioni d' acqua, ed ha osservato che non solamente questi pesi erano maggiori di quelli che risulterebbero dai pesi specifici dei due liquidi separati, ma che aveavi una proporzione nella quale esso peso specifico era maggiore che nelle altre.

L' esperienza fa dunque vedere che vi è nelle combinazioni una proporzione delle sostanze che le formano, nella quale l' azione loro ha il maggiore effetto, e nella quale l' affinità reciproca si esercita col maggior vantaggio, relativamente alla condensazione. Si scorge così che egli è in queste proporzioni che la forza di coesione deve acquistare l' accrescimento il più considerabile, e che le combinazioni elastiche debbono ricevere la maggior densità; ma questa conclusione suppone un' eguaglianza di disposizioni nelle sostanze che subiscono la condensazione.

Si osserva ancora, allorchè l' azione ha luogo tra due liquidi che non fanno che provare un certo grado di condensazione, il quale non produce alcuna separazione, due termini in cui l' effetto della condensazione è maggiore: quello, nel quale uno dei due liquidi domina per la sua quantità, e quello nel quale havvi il secondo liquido che si trova nella maggior proporzione. Quest' è ciò che indicano le osservazioni di Blagden sui miscugli dell' alcool e dell' acqua, avendo in mira di riconoscere, per mezzo dei pesi specifici le proporzioni dei due liquidi che si trovano in un' acquavite (1). Risulta dalle sue sperienze, fatte con grande esattezza sopra delle proporzioni crescenti d' alcool con cento parti d' acqua, e sopra delle proporzioni d' acqua mescolate successivamente con cento parti d' alcool, ch' egli è all' incirca nel miscuglio di 15 a 20 parti d' uno dei liquidi con cento parti dell' altro, che il maggior effetto di condensazione vien prodotto per l' addizion d' un liquido all' altro.

Così la teoria che ho esposto sulla forza dell' affinità che cresce in ragione della quantità colla quale una sostanza può agire, dev' essere modificata relativamente alla condensazione, perchè quest' effetto non dipende soltanto dall' azione ch' essa esercita, ma da quella ch' essa medesima prova, ed è in certe proporzioni, variabilissime

(1) Trans. philos. 1792.

secondo le disposizioni di due sostanze che esercitano un' azione reciproca, che quest' effetto è il maggiore. Per i liquidi che non cangiano di stato per questa azione, havvi due termini in cui la maggiore condensazione ha luogo; nondimeno bisognerebbe supporre un' eguaglianza perfetta nelle disposizioni di ciascuno dei liquidi, perchè la quantità della condensazione fosse la stessa nell' uno e nell' altro. Di maniera che si può stabilire in generale, che, l' azion chimica di due sostanze liquide, havvi una proporzione nella quale si trova il più grande effetto della condensazione.

Questo termine della più grande condensazione che provano i liquidi, dev' essere quello in cui sono essi i più disposti a congelarsi, ovvero a prendere lo stato solido, poichè la stessa solidità è l' effetto d' una condensazione delle molecole che esercitano allora con maggior energia la loro azione reciproca: ciò può servire ad ispiegare alcune osservazioni di Cawendish e di Keiv.

Cawendish ha osservato che quando si esponeva ad un gran freddo un miscuglio d' acido e di acqua, se questa era in troppo grande proporzione, se ne congelava una parte che si separava; che quando questa separazione era giunta ad un certo grado, il miscuglio stesso si congelava; di modo che egli ha distinto la congelazione acquosa dalla congelazion spiritosa: ha

inoltre osservato che quest' ultima aveva più facilmente luogo in certe proporzioni d' acqua che in certe altre; sicchè non è già al maggior grado di concentrazione d' un acido che si riscontri la maggiore sua disposizione a congelarsi.

Keiv ha confermato le osservazioni di Cawendish (1), facendo vedere che havvi nell' acido solforico un termine di concentrazione in cui esso possede al più alto grado la proprietà di congelarsi, e che questo termine è all' incirca quello in cui il suo peso specifico è 1800, essendo l' acqua 1000; talmentechè al di quà o al di là di questo peso specifico, la congelazione esige un maggior freddo.

Con tutto ciò la condensazione che appartiene alle proporzioni non può avere che una parte più o meno grande nei fatti precedenti; perchè la disposizione alla congelazione può essere inegualissima nei due liquidi che sono mescolati, e perchè la combinazione loro è troppo debole per controbbilanciare l' effetto dell' abbassamento di temperatura. Di maniera che la congelazione potrà separare, per esempio, una parte d' acqua mescolata con l' alcool che sorpasserà di molto la proporzione in cui la condensazione è maggiore, allorchè domina l' acqua. Potrà essa forse ancora la proporzione in cui l'alcool dominante produce

(1) Trans philos. 1787.

la maggior condensazione, perchè ad un tal termine l'effetto si compone ancora di quello che il freddo produce sull'alcool e di quello ch' esso produce sull' acqua. Lo stesso non accade con l' acido solforico che ha una disposizione piuttosto grande a congelarsi. La separazione dell'acqua passerà ancora il primo termine ; ma egli è probabile ch' ella si debba arrestare all' incirca all' ultimo termine.

Gli effetti della condensazione si complicano adunque nelle sostanze che ritenute non sono che da una debole combinazione, e che possono cedere ad una causa poco efficace per separarsi; ma debbono essere molto più costanti allorchè la combinazione è più energica, e che non si produce colla congelazione alcun cangiamento nello stato di saturazione.

197. Se si osserva nei liquidi che non esercitano ch' una debole azion reciproca, che la condensazione che ne risulta, è maggiore in certe proporzioni che in certe altre, quest' effetto deve specialmente aver luogo nelle combinazioni che prodotte sono da una forte affinità, come sono le combinazioni saline; ma le disposizioni che si trovano in ciascun degli elementi della combinazione debbono contribuire inegualmente alla separazione ch' una maggiore condensazione deve produrre. In tal modo non è soltanto la maggiore condensazione che deve determinare

le separazioni spontanee delle combinazioni; ma quest' effetto deve ancora dipendere dalle disposizioni dei loro elementi e dalle circostanze che danno più influenza ad una causa che all' altra.

Se la condensazione accresce la forza di coesione, o l'azion reciproca delle molecole, la combinazione che si separa a cagion di ciò resiste ad un' azione contraria non tutto l' aumento di forza prodotto dal ravvicinamento delle parti; in modo tale che s' introduce una specie d' interruzione nei progressi dell' azione chimica, come, in un senso opposto, se ne trova una negli effetti termometrici del calorico, allorchè esso s' accumula in un corpo che passa dallo stato solido allo stato liquido, o da questo allo stato elastico. Questa resistenza sarà tanto più considerabile, quanto più la forza di coesione acquistata sarà maggiore. Ma tostochè sarà essa vinta, le leggi dell' azion chimica riprenderanno il loro intiero effetto, vale a dire che l' azion di tutte le sostanze sarà proporzionale alla loro massa.

La causa che produce la separazione d' una sostanza che acquista lo stato solido, è dunque quella medesima delle proporzioni colle quali essa si separa. Queste proporzioni sono quelle mercè le quali la forza di coesione ha bastante energia per produrre la separazione. Esse debbono essere costanti allorchè le circostanze sono le stesse, o allorchè l' effetto della condensazione

prevale sopra quello ch' esse possono produrre, come l' acqua si congela ad uno stesso grado circa di temperatura, qualora l' azion chimica di qualche sostanza non si opponga. In tale stato, la combinazione resiste all'azion chimica finattantochè abbia essa acquistato un accrescimento maggiore dell' effetto della condensazione. La legge generale dell' affinità non sembra adunque interrotta, se non perchè un ostacolo, che nasce dalla stessa sua azione, s' oppone alla progressione dei suoi effetti, finchè abbia essa acquistato forza bastante per sormontarla.

198. Appunto perchè la forza colla quale una combinazione è formata, produce una condensazione e aumenta con ciò gli effetti dell' azion reciproca, ne deve risultare che questi effetti debbono particolarmente aver luogo al termine di saturazione in cui i due elementi della combinazione esercitano il più alto grado della loro potenza, semprecchè l' uno e l' altro possedano un' eguale disposizione alla solidità, o che una causa stessa produca su l' uno e sull' altro un effetto equivalente. Ma se l' uno dei due avesse naturalmente una disposizione alla solidità maggiore dell' altro, egli è un eccesso del primo che dovrebbe determinare la separazione del combinato. Nelle combinazioni i cui elementi sembrano avere delle disposizioni pressochè eguali alla solidità, come sono i sali a base di soda, di potassa, e

d' ammoniaca, e che hanno per acidi, il muriatico il nitrico, l' acetico, il grado maggiore di concentrazione dev' essere conseguentemente al termine della neutralizzazione. Vien ciò confermato dallo sprigionamento del calore ch' è un effetto di questa condensazione, imperciocchè se si disciolgono questi sali neutri in un eccesso d' acido, quantunque privi d' acqua di cristallizzazione, o si produce del freddo, come col muriato d' ammoniaca, o non si svolge che pochissimo calore, e incomparabilmente meno che quando s' arresta la combinazione allo stato di neutralizzazione. Per tal modo la liquefazione produce una dilatazione di volume che prevale sull'effetto della condensazione dovuta alla combinazione, e che fa vedere che passato lo stato neutro, questa condensazione è molto più debole.

Egli è dunque nello stato neutro che le combinazioni i cui elementi hanno all' incirca un' eguale disposizione, si separano colla cristallizzazione, perchè quest' è il termine in cui la condensazione è maggiore. Ma l'insolubilità sarà tanto maggiore, supponendosi l' azion reciproca poco differente, quanto gli elementi della combinazione avranno una maggiore disposizione a questa proprietà. Così l' acido fosforico, ossalico, tartaroso e solforico debbono, produrre facilmente dei sali insolubili colle basi terrose, laddove al contrario, il muriatico, il nitrico e l' acetico

debbono formarne di molto più solubili. Nondimeno l' influenza della capacità di saturazione può rendersi sensibile in questi effetti; così la magnesia e la calce che molto più differiscono, rispetto a ciò, dalla barite e dalla stronziana, di quella differiscono fra essi l' acido muriatico e l'acido nitrico, debbono, per la loro disposizione alla solidità, agire molto meno della barite e della stronziana. Non è neppur sorprendente che esse formino dei sali deliquescenti con questi due primi acidi, nel mentre che la stessa potassa e la soda producono dei sali che cristallizzano, poichè nella combinazione v' entra una minor porzion di queste terre.

In tal guisa noi troviamo nelle proprietà dei sali che formano le basi alcaline cogli acidi, una corrispondenza esatta nella supposizione che la loro insolubilità dipenda dalla disposizione naturale dei loro elementi, accresciuta dalla condensazione ch' è dovuta all' affinità che le riunisce, nè abbiam bisogno di ricorrere a spiegazioni che possono sembrare dubbiose, relativamente soltanto alla formazione di alcuni sali deliquescenti che hanno tuttavia una base terrosa dotata d'una grande solidità. Tali spiegazioni però ricevono forza dalla considerazione dei precipitati che queste stesse combinazioni danno tostochè l' azione del loro acido viene a diminuire.

199. La forza di coesione propria agli elementi

della combinazione, dev' essere considerata come una proprietà latente che conserva sensibilmente la sua influenza, o che la riprende tostochè la forza che l' ha fatta disparire viene a diminuire, come abbiamo veduto nell' azione reciproca dell' acidità e dell' alcalinità, e la riprende anche con una nuova energia ch' è dovuta alla condensazione. In fatti gli alcali terrosi che sono poco solubili per se stessi, formano facilmente delle combinazioni poco solubili, ovvero, quando per l' influenza dell' acido e della sua quantità, le combinazioni si trovano solubili, esse perdono la loro solubilità, se si viene a diminuire la quantità dell' acido, oppure, il che è lo stesso, se indebolita viene la sua azione dividendola. Da ciò derivano i precipitati che hanno luogo quando un' altra base alcalina viene a dividere la loro azione sull' acido che li rendeva solubili.

Questi precipitati debbono dunque essere considerati come delle combinazioni che hanno un eccesso d' alcali, perchè l' insolubilità propria a questi alcali ha prodotto la loro separazione allorchè è divenuta preponderante. Ben di raro accade che produrre si possano immediatamente queste specie di combinazioni, a cagione del grande ostacolo che vi apporta la forza di coesione. Vado ora ad offerirne un esempio, e se l' osservazione si fermerà sopra quest' oggetto, se ne scopriranno certamente alcuni altri. I sali

metallici presentano anch' essi, molti fatti di eguale specie.

Bucholz aveva ottenuto dei bei cristalli, facendo bollire la calce col suo muriato; Tromesdorff ha verificato questo fatto (1). Prescrive egli, per ottenere questi cristalli, di far bollire una quantità di muriato di calce con un quarto od anche meno di calce caustica. Bisogna sbrogliare coll' alcool i cristalli lunghi e fissi che si sono formati.

Ho ripetuto questa sperienza, ed ho conosciuto che questi cristalli non erano calce, come era stato enunciato, ma un muriato di calce con eccesso di calce. Se si trattano questi cristalli con l' acqua, si stabiliscono delle altre proporzioni; la parte che si discioglie è del muriato che non ritiene che poco ecesso di calce, e la porzion che non si discioglie ritiene maggior eccesso di calce. Si possono ottenere delle separazioni successive con delle addizioni d' acqua, e le proporzioni che si stabiliscono dipendono dal rapporto che ha la forza dissolvente colla resistenza della coesione.

200. Gli acidi che hanno una forza di coesione considerabile, presentano dei fenomeni analoghi, o che non annunciano altra differenza che quella che proviene dalla loro maggiore solubilità. Egli è appunto da questa qualità che dipende

(1) Journal de chim. de Van Mons. n.° 2.

la proprietà che hanno gli acidi tartaroso ed ossalico di formare, con delle basi che hanno molta solubilità, delle combinazioni con eccesso d' acido, le quali sono molto meno solubili delle loro combinazioni neutre, e che debbono la loro esistenza a questa insolubilità, mentre formano immediatamente delle combinazioni neutre con delle basi poco solubili. In questo caso, l' insolubilità è attaccata ad un eccesso d' acido, come nella circostanza precedente lo è ad un eccesso d' alcali. Coll' addizione d' un alcali solubile, si aumenta la solubilità, e si ottiene, per via della cristallizzazione, un sale che ne ha una maggiore; ma un alcali poco solubile produce un effetto contrario e forma un precipitato.

Da ciò si conosce perchè non si formino sali aciduli che cogli acidi che annunziano una forza di coesione considerabile. In tal guisa si può osservare che questa proprietà si trova unita a quella di formare dei sali insolubili con le basi alcaline che hanno anch'esse poca solubilità e che si chiamano terrose. Gli acidi che hanno per se stessi poca disposizione alla coesione, tendono dunque a formare delle combinazioni solubili; lo stesso accade degli alcali. Gli uni e gli altri producono delle combinazioni insolubili, quand' hanno una grande disposizione alla solidità; ma gli effetti di queste disposizioni si combinano quando l' acido e l' alcali si riuniscono.

L' ammoniaca in fatti non produce sale insolubile, quando sia in quantità bastante per dar sola lo stato neutro ad un acido. Lo stesso ha luogo rispetto alla soda ed alla potassa; non così però rispetto alla calce, alla barite ed alla stronziana le quali hanno principalmente la proprietà di formare dei sali insolubili.

La teoria delle precipitazioni si trova con ciò ricondotta a quella della determinazione delle proporzioni nelle combinazioni. Quando si forma un precipitato, non si fa che cangiare le proporzioni, e rendere dominante l' insolubilità d' una sostanza che tenevasi occulta per l' azione d' un' altra la quale bastante era a produrre quest' effetto, e che cessa di produrlo nella nuova condizione in cui essa vien posta.

Il grado di solubilità propria agli acidi non corrisponde esattamente alla proprietà ch' essi hanno di diventar solidi colla evaporazione o colla congelazione, perchè l' affinità ch' essi hanno coll'acqua può diminuire l' effetto della loro disposizione a prendere lo stato solido; in tal maniera l' acido fosforico che perde facilmente l' acqua che contiene per passare allo stato solido, annuncia nondimeno in alcune combinazioni una disposizione alla solidità, ch' è perfino inferiore a quella dell' acido solforico .E' dunque dalle proprietà che gli acidi portano nelle loro combinazioni che più facilmente giudicar possiamo della loro disposizione alla solidità.

Sono ben lontano dal pretendere che nella comparazione dei fenomeni che analizzo, non ve ne siano alcuni che non corrispondino alle condizioni testè indicate; ma nella spiegazione de' fenomeni ai quali un gran numero di proprietà concorrono, non si può lusingarsi di determinare tutte le cause che agiscono, e che apportar possono alcune modificazioni nei risultati. Il numero e l'accordo di questi risultati possono però essere abbastanza sensibili per riconoscere i principj da cui derivano, specialmente quando sono essi stabiliti sopra delle proprietà generali che non possono più essere contrastate, e che hanno il vantaggio di legare, a queste proprietà generali, dei fenomeni che sembrano esserne indipendenti.

Solo col separarsi in tal maniera le proprietà che concorrono ai medesimi fenomeni, si giunge a distinguere gli effetti del calorico e delle altre cause fisiche, ed a stabilire una teoria che dev' essere fondata sulla loro dipendenza reciproca.

201. Se le osservazioni precedenti provano che la forza di coesione è quella che determina le proporzioni di molte combinazioni al grado di neutralizzazione in cui l'azione reciproca produce il suo maggiore effetto, oppure in un altro grado di saturazione, secondo le disposizioni più grandi d'una delle parti costituenti, non bisognerebbe perciò concludere che fuori di queste propor-

zioni, non potessero esistere delle combinazioni degli stessi elementi, che impegnate fossero a separarsi con un grado inferiore di forza di coesione, ovvero che se questo accadesse, ciò fosse ancora con proporzioni fisse, talmentechè non potesse esservi separazione o cristallizzazione che nell' una o nell' altra proporzione. Questa opinione che si applica a parecchie combinazioni, e della quale si è fatta quasi una legge generale, è stata specialmente stabilita sulla considerazion del solfato acidulo di potassa e del fosfato acidulo di calce. Vado ora ad esaminare ciò che ha rapporto con questi sali e con alcuni altri, mentre attendo che l' altrui osservazione si porti sopra un maggior numero di analoghe combinazioni.

Bergman aveva spiegato la decomposizione del solfato di potassa per mezzo dell' acido nitrico, osservata prima di Beaumé, riguardando questo solfato come composto di due parti, l' una che aveva le proporzioni del solfato acidulo, e l' altra ch' era la porzion di potassa che riduceva il solfato acidulo in solfato neutro. L' acido non esercitava ch' una parte della sua forza su quest' ultima porzione, perchè il resto era consumato pel solfato acidulo; di maniera che un acido molto più debole del solforico poteva togliere la porzione di potassa per metà libera, separandola dal solfato acidulo. Ma quest' era il limite della decomposizion possibile, ed il sale passava imme-

diatamente dall' uno all' altro termine di saturazione, nè ricever poteva ulteriori proporzioni. Provando nelle mie ricerche sulle leggi dell'affinità, ch' era contrario all' osservazione il pretendere che l' azione dell' acido solforico fosse limitata al termine che forma il solfato acidulo, e ch' essa si prolungava indefinitamente, perdendo progressivamente della sua intensità, io aveva conservato il pregiudizio che questo solfato acidulo fosse una combinazione costante e determinata da una forza di coesione propria alla figura ch'io supponeva appartenere a certe proporzioni.

202. Ho richiamato a nuovo esame quest' oggetto, ed ho osservato che il solfato acidulo di potassa poteva ricevere differenti proporzioni d' acido in eccesso, dallo stato neutro cioè fino a quello in cui la solubilità, che diventa progressivamente maggiore, più non le permette di separarsi dal liquido acido nel quale dee esso formarsi; sicchè mi sono convinto che la supposizione ch' io ammetteva, dev' essere rigettata, e che l' ingegnosa spiegazione di Bergman non è che un puro effetto dell' immaginazione.

Un solfato acidulo di potassa è stato disciolto in una certa quantità d'acqua, poi fu sottomesso alla cristallizzazione dopo una conveniente evaporazione. Si sono formati de' nuovi cristalli un po' meno solubili dei primi. Si è in appresso evaporato il liquido: un solfato più acido e più solu-

bile si è cristallizzato. Molte cristallizzazioni successive si son fatte, ed in ciascuna operazione si è formata una separazione. Il sale che era il primo a cristallizzarsi, aveva un po' meno d' acido di quello da cui proveniva; quella al contrario che restava in dissoluzione, dava coll' evaporazione un altro sale che aveva maggiore eccesso d' acido, e che aveva inoltre le proprietà che appartengono a queste proporzioni. Ciascuna dissoluzione, per mezzo d' una conveniente evaporazione, si separava in due combinazioni. Si giunse in fine a non poter ottenere che il solfato perfettamente neutro. Gli stati intermediarj però tra questo ed il primo solfato acidulo non dipendono che dalle circostanze di ciascuna cristallizzazione. Si sono comparate le proporzioni di acido di quattro solfati acidulí ottenuti colla prima cristallizzazione delle quattro ultime operazioni, decomponendone delle quantità eguali per mezzo dell' acetito di piombo. Il precipitato ottenuto da quello che erasi ridotto ad uno stato perfettamente neutro, pesava 30, 2; quello che lo precedeva immediatamente 32, 4; il terzo in quest' ordine 33, 3, ed il quarto quasi 35.

La forma dei cristalli soffre molte variazioni; nondimeno i suoi cangiamenti non seguono quelli della proporzione dell' acido; cosicchè il sale riprende la forma di solfato, quantunque conservi ancora un certo eccesso d' acido.

Il solfato acidulo di soda ha presentato delle proprietà analoghe. Esso forma de' grossi cristalli perfettamente simili a quelli del solfato neutro, quantunque contenga un grande eccesso d'acido. Questi cristalli hanno sofferto l' efflorescenza, ma meno prontamente di quelli del solfato neutro. Con maggior eccesso d' acido, i cristalli prendono una forma differente, e si conservano all' aria senza soffrire efflorescenza. Il sal neutro non conteneva che la metà dell' acido che aveva il sale che ritenuto avea maggior quantità d'acido, e che si conservava senza deliquescenza e senza efflorescenza.

203. Era stato osservato che, dopo la decomposizione della materia ossea per mezzo dell' acido fosforico, si formava colla evaporazione un deposito che confondevasi col solfato di calce. Bonvoisin provò (1) che quest' era un fosfato di calce, ma Fourcroy e Vauquelin hanno fatto vedere (2) che questa sostanza era un fosfato acidulo. L' hanno eglino riguardato come una combinazione le cui proporzioni non erano variabili, poichè le hanno determinate a 54 d' acido e 46 di calce, e quelle del fosfato neutro a 41 d'acido e 59 di calce fu formato questo fosfato acidulo per fargli subire un esame simile a quello de' solfati aciduli.

(1) Mém. de Turin, 1785.
(2) Mém. de l'Insit. t. II.

L' acqua non ha discielto questo fosfato acidulo come lo annunciano i miei dotti colleghi, ma essa ha prodotto una separazione. Si è in essa disciolto un fosfato più acido, ed il residuo è stato insolubile, ma con una minor proporzion d' acido. Mediante alcune lozioni che hanno ancora prodotto delle simili separazioni, si giunse a separarlo da tutto l' eccesso dell' acido. Siccome il fosfato acidulo di calce puo contenere, come questa sperienza lo pruova, differenti proporzioni d' acido, cosi havvi apparenza che quello che ha servito ai miei saggi conteneva meno acido di quello ch' è stato analizzato da Fourcroy e Vauquelin. (*Nota XIII.*)

L' alcool ha separato dal fosfato acidulo la maggior parte dell' eccesso d' acido il quale non riteneva ch' un pò di calce; ma non ha potuto privarlo intieramente di questo eccesso. L' acqua in appresso ha terminata questa separazione.

Se si mette in una sola volta una grande proporzion d' alcool sul fosfato acidulo di calce, prende esso dell' acido fosforico che non ritiene che poca calce; ma se non s' impiega ch' una picciola porzion d'alcool, allora si discioglie maggior copia di calce, perchè l' acido più concentrato può agire più efficacemente su questa base.

E' dunque abbastanza provato che il fosfato acidulo di calce contiene un eccesso d' acido, differente secondo le circostanze. In fatti, gli

stessi Fourcroy e Vauquelin dicono che avendo eglino versato dell' acido solforico sopra una dissoluzione di fosfato acidulo di calce, ottenuto dagli ossi per mezzo dell' acido muriatico, o dell' acido nitrico, si è precipitato del solfato di calce, d' onde concludono che l' acido solforico può togliere all' acido fosforico una maggior quantità di calce che i due altri acidi. Moltissime altre circostanze possono egualmente far variare le proporzioni che si stabiliscono nel fosfato acidulo, che son bisogna riguardare per conseguenza che come il risultato variabile d' una affinità che si misura con quelle che le sono opposte.

Il fosfato acidulo di calce ha dunque delle proprietà perfettamente analoghe a quelle dei solfati aciduli di potassa e di soda, e la differenza che passa tra questi sali non consiste se non che nell' insolubilità la quale diviene proporzionalmente maggiore nel fosfato acidulo di calce che nei solfati aciduli; di maniera che basta fargli subire delle lozioni sufficienti, perchè si operi una divisione di combinazioni più o meno acide, mentre con i solfati non si ottiene quest' effetto che per mezzo di cristallizzazioni successive.

204. Si scorge da ciò a che si riduce questa teoria dei due termini di combinazione nell' uno de' quali un sale è neutro, e nell' altro vi ha un' altra proporzion d' acido, ma egualmente fissa. Ben lungi che questi due termini sieno

i soli, tutti i gradi intermediarj possono esistere, e le proprietà, specialmente la solubilità, seguono queste proporzioni. Quanto più si viene ad allontanarsi dallo stato neutro, tanto più l' insolubilità diminuisce, perchè egli è appunto in questo stato che l'effetto dell' affinità è il maggiore. Ma nel fosfato acidulo, due cause concorrono ad accrescerne l' insolubilità; la forza cioè dell'affinità della calce che aumenta a misura che la quantità dell' acido fosforico diminuisce, e la preponderanza della sua forza di coesione che s' accresce per la medesima ragione.

Il solfato di barite presenta ancora delle proprietà consimili. Withering aveva osservato che quando se ne faceva una dissoluzione nell'acido solforico concentratissimo, e per mezzo dell'ebollizione, si formavano dei cristalli lasciando questa dissoluzione esposta all' aria (1). Ho ripetuto questa sperienza, ed ho veduto formarsi la cristallizzazione a misura che l' acido attraeva l'umidità. Si è decantato il liquido, si sono lavati i cristalli un po' confusi con delle quantità successive d'alcool; si sono fatti perfino bollire nello stesso alcool il quale, saggiato poscia con una dissoluzione di nitrato di barite, non ha dato che deboli indizj d' acido solforico. L' acqua però colla quale fu allora trattato, diede un ptecipitato abbon-

(1) Trans. philos. 1784.

dante con questa medesima dissoluzione. Questi cristalli erano dunque un solfato acidulo di barite, a cui l' alcool non ha potuto loro togliere ch'una porzione dell' acido solforico; ma l'acqua ha agito con maggior energia. Mi sono assicurato che l' acido solforico ch' essa aveva preso non riteneva porzione alcuna di barite. Non ho però provato se fossero necessarie molte lozioni per ridurre questo solfato acidulo allo stato neutro, oppure se abbisognava una grande quantità d' acqua per produrre quest' effetto.

205. Siffatte osservazioni avvertono gli analizzatori a stare in guardia contro gli errori che possono risultare dalle differenti proporzioni, non solo nei precipitati, ma anche nei sali ch' essi ottengono per mezzo della cristallizzazione.

Abbiamo or ora veduto che lo stesso solfato di barite può avere un eccesso d' acido, ma il solfato di potassa e di soda possono ritenerne molto più facilmente in eccesso nella loro cristallizzazione, senza che la loro forma ne sia tampoco alterata. Queste differenze nelle proporzioni si osservano specialmente nelle combinazioni dell' acido fosforico; il che mi pare che dipender possa dalla grande sua capacità di saturazione, e per conseguenza dalla forte azione ch' essa esercita; come mi pare ancora che dipender possa da questa stessa causa la proprietà che hanno l'ammoniaca e la magnesia di formare facilmente dei

sali tripli. Klaproth ha fatto vedere che il fosfato di soda poteva cristallizzare con un eccesso di acido. Nulladimeno tende esso ad avere un eccesso di base, e Thenard (1) ha provato che poteva in fatti cristallizzare in tale stato, in mezzo d'un liquido leggermente acido. Quando si precipita, per mezzo dell'ammoniaca, un fosfato di calce tenuto in dissoluzione da un eccesso di acido, il sale che si ottiene colla cristallizzazione, è un sale triplo che contiene una certa proporzione di calce; ma servendosi per la precipitazione d'un carbonato d'ammoniaca, si ottiene un fosfato che ha una picciola proporzione di calce, ed i suoi sali, specialmente l'ultimo, non possono distinguersi per la forma dei cristalli e per le altre apparenze, da quello ch'è composto d'ammoniaca e d'acido fosforico.

206. Non abbiamo considerato che gli effetti che dovuti sono alla contrazione del volume degli elementi d'una combinazione, i quali producono nel combinato una forza di coesione maggiore di quella degli elementi; ma abbiamo però osservato (30) che l'azion mutua dei sali aumentava la loro solubilità. Alcune combinazioni anzi sono più disposte alla liquidità di quello lo siano, separatamente prese, le stesse sostanze che le com-

(1) Ann. de Chim. Fruct. an 9.

pongono. Tali sono il fosforo e lo zolfo i quali colla loro unione acquistano molta fusibilità, come lo ha fatto vedere Pellettier (1). Questi fatti potrebbero sembrare contradditorj.

Bisogna qui distinguere, come si è fatto pel calorico che si svolge dalle combinazioni, due cause delle quali una talvolta domina sull' altra. Quando due sostanze agiscono l' una sopra l' altra, la loro azione reciproca diminuisce l' effetto dell' affinità scambievole delle molecole di ciascuna delle sostanze, di tutta quella forza ch'essa azione reciproca esercita; talmentechè essa renderebbe tutte le combinazioni più solubili di quello che naturalmente non lo sono, se la condensazione, ch' è una conseguenza necessaria della stessa combinazione, non annichilasse quest' effetto, e non ne producesse uno contrario. Quando la seconda causa non ha bastante energia, dominano allora gli effetti della prima. Egli è quindi nelle deboli combinazioni, come son quelle dovute all' azion reciproca dei sali, che si dee rinvenire un aumento di solubilità.

L' effetto ch' è dovuto alla maggior condensazione deve sparire, tostochè l' azione del calorico introduce una sufficiente distanza tra le molecole, il che vien confermato dall' osservazione.

Quando una combinazione si è separata da un

(1) Mém. de Chim. t. I.

liquido per la forza di coesione ch'ha acquistata, essa mostra, qualora s' innalzi la temperatura, una disposizione alla liquidità molto maggiore che la media delle liquidità delle sostanze elementari separate; perciò il muriato d' argento che si è precipitato da un liquido, entra in fusione ad un calore poco elevato, quantunque non contenga che una picciola proporzion d' acido. Il solfato di barite che non si vetrifica che ad un'alta temperatura, acquista una fusibilità molto maggiore per l' azione del muriato di calce da cui si era separato nello stato liquido. Il solfato di soda parimente molto favorisce la liquefazione del carbonato di calce. (*Nota I.*)

Trovandosi in tal modo gli effetti dell' affinità reciproca che produce la forza di coesione, diminuiti dall' azione delle molecole d' un'altra sostanza, ne segue che le leghe metalliche acquistano una fusibilità maggiore di quella dei metalli di cui sono composte, quantunque alla temperatura ordinaria fossero e più dure e più elastiche, proprietà ch' era dovuta alla condensazione, ma che da luogo ad una maggiore fusibilità, tostochè la causa n' è distrutta. Egli è per questa stessa ragione che le terre infusibili per se stesse, acquistano la fusibilità miscugliandosi, e che i fondenti agiscono non solamente comunicando una parte proporzionale della loro fusibilità, ma specialmente diminuendo l' azione

reciproca delle molecole della sostanza di cui essi accelerano la fusione.

Non è dunque che per una eccezione ch' è dovuta alla debolezza della loro azione, che alcune sostanze possono aumentare la solubilità media ad una bassa temperatura. Agiscono esse allora come i dissolventi che accrescono le dimensioni che avevano i sali nello stato di cristallo, facendo disparire l'effetto dell' affinità reciproca delle loro parti integranti; ma tostochè l' elevazione di temperatura tende a distruggere l' effetto ch' è dovuto al ravvicinamento delle parti, l' affinità mutua concorre coll' azione del calorico e ne accresce l' effetto, in tal maniera un liquido discioglie un sale in maggior quantità col soccorso del calore.

207. Gli effetti dell' azion reciproca che produce le combinazioni sono più considerabili nelle sostanze gasose che nelle altre, perchè i cangiamenti di dimensione prodotti da una stessa forza vi sono molto maggiori. Esaminiamo ora, e relativamente alle proporzioni degli elementi, e alla costanza ed ai caratteri distintivi delle combinazioni che formano, questa proprietà che già abbiamo considerata sotto altri aspetti.

Abbiamo veduto che i fluidi elastici esercitavano un' azione reciproca, anche quando la forza loro era insufficiente per apportare qualche cangiamento nelle loro dimensioni (158), ch' essa

allora non produceva ch' una debole combinazione che noi abbiamo riguardata come una dissoluzione; ma quand' essi possono agire sulle loro dimensioni rispettive formano una combinazione, e mentr' essa si conserva, esercitano essi un affinità risultante.

La quantità della condensazione, quantunque non possa essere riguardata come una misura dell' azion chimica, dee nondimeno esserne un indizio, e dee produrre delle proprietà differenti nelle combinazioni.

Quando le circostanze accrescono l' azione reciproca delle sostanze elastiche, e che la loro combinazione è certa, debbono esse riunirsi nelle proporzioni in cui la loro azione ha maggior forza (198). Debbono esse dunque prendere proporzioni più uniformi dell' altre combinazioni, perchè la contrazione ch' è molto maggiore nei fluidi elastici che nelle sostanze liquide, deve apportare un molto maggiore ostacolo allo stabilimento di altre proporzioni. Non dobbiamo adunque trovare nelle combinazioni elastiche che accompagnate sono da una grande condensazione, quelle combinazioni progressive da noi trovate nei sali aciduli che abbiamo esaminati; ma dobbiam tosto passare a delle combinazioni le cui proporzioni sono costanti, o tali almeno da non ricevere che delle picciole variazioni.

La condensazione produce qui lo stesso effetto

che prodotto viene dall' accrescimento di forza di coesione nelle combinazioni liquide. Quanto più la condensazione è grande, tanto più essa separa la combinazione, come fa la forza di coesione nelle precipitazioni; e quando la combinazione è formata, essa si mantiene finattantochè le forze che le sono opposte prevalgono all' affinità che ha prodotto la condensazione (197).

208. Si scorge dunque come l' ossigeno e l' idrogeno, i quali, mentr' erano in semplice dissoluzione, e che per conseguenza conservavano lo stesso loro volume, possedevano nel tempo stesso le loro proprietà individuali, passino tutto ad un tratto allo stato d' acqua, tostochè entrano in combinazione, e provino con ciò una diminuzione nelle loro dimensioni, separandosi da quanto è superfluo alle proporzioni in cui esercitano la maggiore loro azione, o almeno non prendendo dell' uno o dell' altro elemento che una picciola quantità che può essere assoggettata per mezzo dell' azione dell' acqua che si è formata, ma che però non provando essa picciola quantità la stessa condensazione, può essere separata per mezzo d' una causa molto più debole.

La condensazione degli elementi è tale che il miscuglio del gas ossigeno e del gas idrogeno, il cui peso specifico sarebbe 19, 47, essendo quello dell'aria 46, forma un fluido elastico che ha 33 per peso specifico; ma questo stato di fluidità non è

dovuto che ad un' azione così poco energica del calorico, che non produce ch'una debole tensione elastica, e che con una leggera pressione lo abbandona; di modo che il peso specifico di questa sostanza gasosa diventa mille volte più picciolo ad una medesima temperatura.

L' ammoniaca è anch' essa composta di due elementi elastici ch' hanno sofferto una grande condensazione; perchè quando si decompone il gas ammoniacale per mezzo della scintilla elettrica, prende esso delle dimensioni quasi doppie; eppure l' ammoniaca ha anch' essa delle proporzioni costanti.

Il gas nitroso, al contrario, nel quale gli elementi non hanno sofferto ch' una debole contrazione, può facilmente formare delle altre combinazioni. Per mezzo del semplice contatto, si combina esso col gas ossigeno il quale tende ad unirsi con lui nelle proporzioni in cui l' azion rispettiva produce la maggior parte dell' effetto. Ma prova poi una contrazione molto maggiore pel concorso dell' acqua col cui mezzo l' acido nitrico si forma.

Quantunque il gas nitroso sia composto d' elementi poco condensati, quantunque formi facilissimamente altre combinazioni e ceda il suo ossigeno a delle sostanze poco energiche, resiste nondimeno all' azione del calore che tende a separare i suoi elementi, e sembra che la debole

contrazione dei suoi elementi servi a mantenere la sua combinazione, perchè il calore non produce che pochissima differenza nello sforzo elastico che tende a separarsi.

209. Applicherò ora queste considerazioni alle proprietà d' una combinazione nella quale una sostanza gasosa si trova condensata, ed una sostanza solida ha preso lo stato elastico: tutte le altre presentano delle proprietà analoghe.

Lo zolfo ad una temperatura un po' elevata si combina coll' ossigeno, fino al termine in cui ridotto in istato fisso, non ha più bastante azione per vincere la forza dell' elasticità. Fino a quel termine sembra ch' esso ne prenda delle proporzioni che possono aumentare progressivamente, perchè la condensazione che prova è così debole, ch' essa non cangia sensibilmente lo stato dell' azione sua, e perchè non havvi egualmente differenza nello stato di condensazione dell' ossigeno che si fissa.

Se in vece di lasciare lo zolfo alla temperatura in cui questa combinazione può operarsi, si volesse ridurlo in vapore, passa esso tosto a quel grado di saturazione che forma l'acido solforoso, i cui elementi provano già un grado di condensazione considerabile relativamente all' espansione che loro era propria a tale temperatura. In questo stato oppongono essi elementi una resistenza bastantemente grande ai cangia-

menti, e per conseguenza all' azion stessa del gas ossigeno. Se la temperatura non s' inalza ulteriormente, è d' uopo vincere tutto l' effetto di questa condensazione, perchè possano passare ad un altro stato di combinazione. Ma se la temperatura è tanto inalzata da prevalere subito sopra l' effetto di questa condensazione, l' affinità reciproca dell' ossigeno e dello zolfo continuerà a ricevere il suo effetto; e produrrà l' acido solforico colle proporzioni dell' uno e dell' altro in cui quest' effetto ha più d' intensità. Al di là però essa s' indebolisce, e non può più equivalere alla resistenza dell' elasticità del gas ossigeno, il quale continua a crescere per mezzo dell' alta temperatura ch' è necessaria.

L' acido solforico dunque si è formato al termine in cui l' azion reciproca ha il suo maggior effetto. Desso è il termine in cui la condensazione è la più grande relativameute alla temperatura, ed in cui la combinazione è la più energica. Ciò che lo prova, si è ch' egli è appunto in tale stato che lo zolfo ritiene l' ossigeno con maggior forza.

Un grado più alto di calore che compenserebbe colla dilatazione l' effetto di questa condensazione, distruggerebbe l' acido coll' accrescimento che darebbe all' elasticità dell' ossigeno comparata a quella dello zolfo.

Se l' ossigeno ha sofferto una condensazione

in una combinazione che non lo ritiene se non che per mezzo d' una debole affinità, e se il solfo dal canto suo non gli oppone una resistenza di coesione come nei solfuri, l' ossigeno può completare, ad una temperatura bassa, lo stato in cui si esercita la maggiore azione, senza che il solfo passi per la gradazione dell' acido solforoso.

Quando si espone all' azion del fuoco un solfito, si distrugge l' effetto della condensazione che mantiene l' acido solforoso; questo passa al grado di combinazione ove la maggiore azione si esercita, ed il solfito diventa solfato.

210. Non fo che applicare quì quanto l' osservazione ci fa scorgere più distintamente nella cristallizzazione dei sali che possono essere acciduli. Prendono essi un eccesso d' acido in una circostanza, e cristallizzano in uno stato neutro, qualora la più forte azione che possono esercitare i loro elementi non provi una resistenza che s' opponga a quest'effetto. Quì l'ossigeno si combina al termine della più forte azione, se lo stato del solfo e lo stato in cui esso medesimo si trova lo permettono. Forma esso un' altra combinazione quando non può completar quella. Ma siccome havvi de'sali la cui forza di coesione è tale ch'essi si separano con delle proporzioni presso a poco uniformi, così havvi ancora delle combinazioni elastiche le cui proporzioni sono costanti

Se dunque il calore, diminuendo la resistenza della coesione, favorisce la combinazione d' una sola sostanza solida con un fluido elastico (157), produce esso degli effetti differenti relativamente alle proporzioni, secondo l' intensità sua e secondo lo stato del vapore ch' esso può produrre.

Non si può dubitare che, nelle circostanze in cui il calore produce delle combinazioni colle sostanze elastiche che non possono formarsi ad una temperatura più bassa, esso non agisca che ponendo le sostanze nella condizione in cui possano esercitare la maggiore affinità, qualora si consideri che basta distruggere la forza di coesione perchè la stessa combinazione si operi anche ad una temperatura più bassa. Abbisogna un calore fortissimo per combinare l'argento col rame; ma se si prende del muriato d' argento, se ne fa la lega per mezzo d'un leggiero strofinamento. Eppure la combinazione ch' esso formava coll'ossigeno e l' acido muriatico era un ostacolo ad un' altra combinazione; ma l' isolamento delle sue parti prevale sull' effetto di questa combinazione, e si allega col rame senza il soccorso del calore.

Anzi, nella combinazione delle sostanze elastiche, tutta la tensione che il calore comunica ai suoi elementi deve nuocere; ma l' effetto che produce per mezzo delle disposizioni che dà alle sostanze che tra esse debbono combinarsi, prevale su questa causa di separazione. Nondimeno

esso decompone, per una troppo forte intensità, le combinazioni di cui ha determinata la produzione, ed è in questa guisa che distrugge l' affinità risultante e che perciò le affinità elementari gli succedono (185).

211. Per riassumere quant'esposi in questo capitolo, bisogna distinguere ciò ch' è comune a tutte le combinazioni, ciò che appartiene alle combinazioni solide, liquide, od elastiche, ed in fine ciò ch' è proprio al passaggio d' uno stato all' altro.

1.° Le combinazioni che provano poca condensazione, possono farsi in qualunque proporzione; esse non sono limitate che dalla saturazione, cioè a dire dalla diminuzione che prova l' azione che deve vincere o la forza di coesione, o la differenza di peso specifico, o qualunque altra forza opposta. Perciò le leghe, i vetri, le combinazioni minerali si fanno in proporzioni variatissime, e nelle quali si veggono di rado le interruzioni che procedono da una resistenza dovuta alla condensazione. I sali s' uniscono all' acqua in qualunque proporzione, fino al punto della saturazione.

2.° Quando un ostacolo s' oppone alla progressione continua della combinazione, ed esige che si faccia un' accumulazione di forza al momento in cui è vinto, la combinazione prende a un tratto tutta la quantità e le proprietà ch'essa avreb-

be acquistate se la progressione fosse stata continua, come appunto l' acqua prende coll' ebollizione tutto il calorico che conviene allo stato di vapore.

Nelle combinazioni che si separano, perchè sono insolubili, quest' ostacolo risiede nella forza di coesione; ma esse non prendono sempre le proporzioni che avrebbero la maggiore insolubilità. Possono aver esse l' eccesso dell' uno o dell' altro elemento, secondo le quantità che possono esercitare la loro azione; di modo che non havvi che un picciolo numero di combinazioni insolubili le cui proporzioni sieno costanti.

3.° La forza di coesione ch' è dovuta all' azione reciproca, per produrre una separazione, dev' essere maggiore della diminuzione di coesione propria a ciascun elemento che risulta da questa medesima azione reciproca. Ma l' effetto della condensazione cessa d' aver luogo per l'allontanamento delle molecole ch' è causato dal calorico, di modo che le combinazioni che s' erano separate per insolubilità, diventano in appresso più solubili per mezzo dell' azione reciproca dei loro elementi. Non è se non perchè l' affinità dell' acqua prevale sull' affinità reciproca delle molecole d' un sale, allorchè esso si discioglie, e che la concentrazione prodotta da questa combinazione è più debole di quella che esisteva nel corpo solido, che egli si forma un aumento di volume nella dissoluzione, e ch' esso è accom-

pagnato da raffreddamento. Tale effetto però non può aver luogo che nelle combinazioni deboli.

Bisogna dunque distinguere in una combinazione debole, l' effetto della condensazione da quello ch' è dovuto all' affinità reciproca di due sostanze. Il primo accresce la forza di coesione, il secondo diminuisce quella che apparteneva agli elementi della sostanza avanti della combinazione. Se il primo effetto è debole, il secondo è quello che prevale, e da ciò derivano le combinazioni la cui solubilità è maggiore di quella delle sostanze isolate.

4.° Nell' azion reciproca delle sostanze elastiche, gli effetti della condensazione possono essere molto più considerabili. Nasce da ciò che spesso essi formano delle combinazioni le cui proporzioni sono costanti. Nondimeno quando l' azione reciproca non è forte, e ch' essa non produce una differenza molto grande di condensazione, queste proporzioni possono variare considerabilmente; così i gas idrogeni carburati, gli ossicarburati, gl' idrogeni solforati, e gli idrogeni fosforati possono ricevere delle proporzioni differentissime.

212. Quando un fluido elastico si trova condensato in una combinazione, forma allora una sostanza particolare che agisce come una sostanza semplice, finchè le cause, che hanno prodotto la combinazione non sieno distrutte; questa combi-

nazione per ciò può essere ritenuta in dissoluzione, o sopraccomporsi, sia con dei fluidi elastici, sia con dei liquidi, sia in fine con dei solidi.

Le combinazioni d' un fluido elastico possono dunque come le altre, o farsi in qualunque proporzione, o riscontrare degli ostacoli che le limitano più o meno. Se quella che si forma è una combinazione di due gas, e se questi esercitano un' azione reciproca abbastanza potente per cangiare le loro dimensioni rispettive, prende essa le proporzioni che determinate sono dal termine in cui l' azione è la più forte; se poi è la combinazione d' un gas con un liquido, allora sembra che le proporzioni non siano limitate che dalla resistenza dell' elasticità, perchè il fluido elastico nel disciogliersi è ridotto ad uno stato quasi uniforme. Egualmente se un liquido è disciolto da un fluido elastico, non havvi di limitato se non che ciò che appartiene alla costituzione del liquido ch' ha preso la forma elastica, perchè in tale stato un altro gas non può cangiare le sue dimensioni che per mezzo della compressione comune.

Quando un fluido elastico passa in combinazione con una sostanza solida, è desso tanto piú condensato, quant'è più forte l' azione che prova, e questa differenza può talvolta essere abbastanza grande per istabilire dei punti fissi di satu-

zazione. Tale è il caso di alcuni ossidi metallici, come il tarò osservare più particolarmente, quando parlerò degli ossidi; ma in generale i solidi sembrano prendere delle proporzioni successive dai fluidi elastici finattantochè non possano essi più vincere la forza di coesione. Così lo zolfo, il fosforo ed il carbone si combinano con una proporzion variabile di ossigeno, finchè siano pervenuti, in una data temperatura, a tutta la quantità di cui possono sormontare l'elasticità.

Le proporzioni che si stabiliscono nelle combinazioni che si separano e restano isolate, non sono ch'una conseguenza dell'effetto per mezzo del quale l'azion chimica produce una condensazione; ma esse non si stabiliscono che quando la condensazione è abbastanza grande per cangiare l'azione chimica ch'esse esercitano in un'affinità risultante. Di rado sono fisse; ma possono variare con una certa latitudine che dipende dal grado di condensazione, e allora le proprietà della combinazione sono modificate, o dalla soprabbondanza d'uno degli elementi, come nei sali aciduli ed alcalinuli, o dal concorso dell'azione d'un'altra sostanza che diminuisce quella d'uno degli elementi come nelle precipitazioni.

213. Tutte queste osservazioni concorrono a provare, che 1.° la forza medesima accresciuta pel freddo o per la diminuzione del calorico, produce la congelazione e la separazio-

zione del ghiaccio dall' acqua, e che, trovandosi più considerabile nelle combinazioni determina la cristallizzazione e le precipitazioni, è quella pure che fissa le proporzioni degli elementi che si stabiliscono nelle combinazioni, e la stabilità inoltre di queste combinazioni. 2° Che la causa della riduzione dei vapori in liquidi ed in solidi, e quelli ancora che nelle circostanze in cui la medesima forza ha molto più d' energia, produce la condensazione dei fluidi elastici nelle combinazioni, e le proporzioni che sono determinate specialmente dal grado il più elevato dell' azione reciproca. Tutte le dette osservazioni poi sembrano confermare che quando le cause che aumentano gli effetti dell' azion reciproca delle molecole, non sono assai potenti da isolarle per mezzo della forza di coesione o per mezzo della contrazione, tutte le sostanze che vi concorrono, esercitano un' azione chimica in ragione composta della loro quantità e della loro affinità.

214. Ho distinto gli effetti dell' affinità che produce le combinazioni e la saturazione reciproca delle proprietà delle sostanze, o delle loro tendenze alla combinazione, da quelli dell' affinità reciproca delle molecole d' una sostanza o d' una combinazione (43); ma non ho indicato ancora il punto di separazione che deve trovarsi tra questi due risultati d' una stessa causa.

I fluidi elastici non esercitano alcuna azion reciproca che comparare si possa alla forza che produce la coesione nei solidi; nondimeno essi si disciolgono scambievolmente, ed alcuni esercitano un' affinità così potente che giugne a spremere una grande quantità del calorico che ciaschedun di essi conteneva, e formano insieme una nuova combinazione nella quale la loro elasticità si trova considerabilmente diminuita, e le loro proprietà così hanno provato una saturazione più o meno completa.

I liquidi stessi non presentano che deboli indizj di quella forza che produce la coesione. Basta diminuire la compressione che provano, e tosto da se stessi prendono lo stato elastico; e nulladimeno posseggono tutta l' attività dell' affinità che produce le combinazioni.

Da ciò concludo che l' affinità, come principio della combinazione, ha un'estensione d'azione molto maggiore della forza di coesione; che l' azion reciproca delle molecole che produce la forza di coesione, non è nelle combinazioni che una conseguenza della prima; ch' essa non può avervi che una debole influenza, e che conseguentemente la figura di queste molecole è quasi straniera agli effetti dell' affinità che li produce.

Supponendosi che le molecole del gas ossigeno e del gas idrogeno avessero una figura che fosse loro propria, potrebbesi mai credere che

questa avesse qualche influenza sulla formazione dell' acqua, mentre che nell' acqua istessa, ch' è quasi due mila volte più condensata, la forma delle molecole non comincia a manifestarsi ed a produrre effetti sensibili, se non quando ha provato una nuova condensazione?

Ciò non ha luogo che allora quando le parti integranti d' una combinazione hanno provato un ravvicinamento abbastanza grande, e ch' esse cominciano ad esercitare un' azione mutua il cui effetto aumenta a misura che il ravvicinamento diviene maggiore; in cotal guisa la gravitazione affetta tutti i corpi, nè havvi che delle masse grandissime che possano modificarne sensibilmente l' effetto nei piccioli corpi che ne sono vicini.

Havvi ancora apparenza che quando le molecole si trovano lontanissime, esse non abbiano figura alcuna determinata; ma che obbedendo all' azion espansiva del calorico, esse prendano quella che risulta da uno sforzo che agisce in tutti i sensi. Perciò si osserva nei fluidi elastici e ben di rado nei liquidi, fenomeni tali che possano essere attribuiti ad una figura particolare delle molecole. Sembra che esse non prendano una forma determinata, se non quando, per un effetto dell' affinità, soffrono esse una condensazione, o che, senza cangiar lo stato di saturazione, sono esse sollecitate dallo sforzo che le

ravvicina e dalla resistenza del loro calorico che si oppone al loro effetto.

La forma che le molecole integranti allora ricevono non può contribuire alle proprietà chimiche, se non in quanto essa accresce o diminuisce il peso specifico od anche la coesione. Quando si forma un precipitato in una dissoluzion terrosa, o metallica, la quantità e le proprietà di questo precipitato sono indipendenti dalle circostanze che potrebbero favorire l' azione scambievole delle molecole, in ragione della loro forma. La forza di coesione in quel caso è prodotta, ma la figura non ha ancora avuto influenza sulle proprietà delle molecole integranti isolate. E' soltanto in quel momento in cui posson esse esercitare reciprocamente un'azion tranquilla e lenta che detta figura può determinare quella dei gruppi che si formano: allora cominciano i fenomeni della cristallizzazione.

Newton ha indicato con quella profondità di sapere che si riscontra in ogni sua mira, la distinzione dei fenomeni che dovuti sono all' affinità che produce le combinazioni, ed a quella pel cui mezzo le loro molecole prendono la coordinazione simetrica della cristallizzazione.

Dopo di aver descritto gli effetti dell' affinità che produce molte combinazioni, passa egli al-

tresì a quelli della cristallizzazione (1) „ Quando „ un liquore saturato di sale si è evaporato fino „ a pellicola, e sufficientemente raffreddato, il „ sale si forma in cristalli regolari. Le particole „ saline, prima di essere ammassate, nuotano nel „ liquido, egualmente distanti le une dalle altre; „ agiscono esse dunque scambievolmente sopra „ se stesse, con una forza ch'era eguale a distanze „ eguali,ed ineguale a distanze ineguali; così, in „ virtù di questa forza, esse debbono disporsi in „ una maniera uniforme, e senza questa forza esse „ non possono che nuotare nel liquido senza „ ordine, od unirsi molto irregolarmente. „

La forma delle molecole non comincia a contribuire agli effetti se non quando quest' azion mutua può produrre degli effetti sensibili. Le molecole prendono allora la disposizione secondo la quale l' affinità che tende sempre a riunirle si esercita con maggior vantaggio. Al grado soltanto che precede la congelazione si scorge nell' acqua un effetto che dipende dalla figura che le sue molecole tendono a prendere. Se la congelazione è troppo repentina, la loro disposizione non è più simetrica; nulla di meno gli altri effetti tutti della forza di coesione non provano alcuna alterazione.

La forma che si può supporre in un metallo

(1) Opt. L. III.

malleabile, non può conservarsi, o cangia intieramente di rapporti, allorchè si fa battere questo metallo o si fa passare alla trafila. Le sue proprietà restano nondimeno inalterabilmente le stesse, oppure non provano che il cangiamento che deve naturalmente risultare dal ravvicinamento delle sue parti.

I fenomeni della cristallizzazione non sono dunque ch' una conseguenza della stessa debolezza dell' azion chimica che la produce e della calma che la mette al coperto dalle perturbazioni; ma essa non determina le combinazioni, e se essa può avere in alcune circostanze una picciola influenza, bisogna guardarsi nella spiegazione dei fenomeni chimici di attribuirgliene una straniera, e specialmente di far dipendere da essa lo stato delle combinazioni. Se accordar si volesse una azione alla forma delle molecole, come farebbesi a sottoppore le differenti figure supposte in cinque o sei acidi confusi nell' acqua, e quelle non meno degli elementi di ogni acido e dell' acqua, affinchè il tutto potesse formare un liquido omogeneo il quale permettesse la trasmissione dei raggi luminosi?

Se si pretendesse che il solfato d' ammoniaca avesse nelle sue molecole integranti una forma che determinasse non solamente la sua cristallizzazione, ma la sua combinazione ancora, bisognerebbe far derivare questa forma da quella

delle molecole dell' ossigeno e del solfo che hanno prodotto una primitiva combinazione, ed in appresso da quella dell' idrogeno e dell' azoto. Ma il solfato d' ammoniaca può formare molte sopraccomposizioni che variano per la loro cristallizzazione. Elementi cotanto numerosi ciascun de' quali contribuir dovrebbe per mezzo delle proprietà geometriche d' una figura particolare, possono essi essere assoggettati a dei risultati regolari e circoscritti?

215. Mi sembra adunque che sia d' uopo separare i fenomeni della cristallizzazione, che dovuti sono ad un' azion debole e secondaria, nella quale perfino l' acqua istessa può produrre molte modificazioni, quantunque non eserciti questa che una debole affinità sulle parti integranti dei cristalli (35), che sia d' uopo, dico, separare detti fenomeni da quelli che sono dovuti all' affinità che produce le combinazioni e la forza insieme di coesione che modifica le loro proprietà. (*Nota XIV.*) Non debbono essere considerati che come una conseguenza della forza di coesione che nasce e che si esercita con bastante lentezza e moderazione, perchè la forma che hanno presa gli aggregati possa affettare la loro riunione; ma essa non è punto entrata nelle forze ch'hanno prodotto la combinazione, e non ha potuto apportare che qualche modificazione alla forza di coesione. Non si può dunque riguardarla

come una causa delle combinazioni che si formano delle proporzioni ch' esse ricevono. Questo è tanto vero, che quantunqne si faccia disparire la coesione per mezzo della dissoluzione, le proprietà d' un sale che dipendono dallo stato suo di saturazione non sono punto alterate, trattone l' inerzia della coesione di cui ne ho già descritti gli effetti.

Se le combinazioni sono di rado costanti nelle loro proporzioni, e se la forma dei cristalli non è che un indizio incerto del loro stato, non bisogna però accordare alle indicazioni della nomenclatura minor latitudine di quella che l' osservazione obbliga di accordare alle proporzioni delle stesse combinazioni.

Non è possibile assicurarsi della costanza delle proporzioni nelle combinazioni, se non quando son esse ad un grado corrispondente di saturazione, ch' è difficile a conoscersi, se ciò non fosse mediante lo stato neutro, per le combinazioni degli acidi e degli alcali, e mediante l'uniformità delle proprietà caratteristiche, come son quelle dell' acqua. Il maggior numero delle combinazioni non ha che due gradi di saturazione che possano essere riguardati come fissi, il termine, cioè, della maggiore e quello della minore saturazione.

I nomi ch' esprimono la composizione d' una sostanza non debbono ricevere un'interpretazione

meno estesa; ma quando debbono indicare le proprietà caratteristiche d' una sostanza e la composizione sua, indicazione su cui è fondata la principale utilità della nomenclatura, egli è importante che si possa prendere un' idea ben determinata del senso che si dee loro dare, ed è cosa desiderabile che tutti i chimici possano accordarsi nel seguire le stesse convenzioni. Rispetto alle espressioni con le quali s' indicano le sostanze semplici, o che si adottano per altre convenienze possono esse variare con danno assai minore. (*Nota XV.*)

CAPITOLO II.

Dell' azione dei dissolventi.

216. Trattando della dissoluzione (*Cap. II. Sez. I.*), non ho considerato che gli effetti che risultavano dall' azion scambievole delle due sostanze che prendevano uno stato uniforme di liquidità, o di gasosità, secondo l' energia relativa dell' una e dell' altra. Ho in appresso esaminato le separazioni delle combinazioni che avevano luogo in ragione della loro solubilità. In queste circostanze l' acqua ch' io prendo quì per rappresentare i dissolventi, non cangia sensibilmente lo stato di saturazione delle sostanze che sono

in combinazione. Gli effetti ch' essa produce si limitano a modificare quelli dell'azione reciproca delle parti integranti delle combinazioni, di maniera che essa non può essere considerata che come antagonista della solidità.

Nondimeno le proprietà della dissoluzione, sì delle sostanze solide nei liquidi (14), sì di due liquidi (20), e sì in fine d' un fluido elastico per mezzo d' un liquido (154), fanno vedere non solamente ch' essa è l' effetto della tendenza alla combinazione che produce una saturazione di proprietà, e che non differisce che per l' intensità di quella che forma le combinazioni saline, ma che inoltre dai fenomeni ch' essa presenta riconoscere più chiaramente si debbono le leggi delle combinazioni.

Non è dunque perchè un dissolvente non produce ch'un effetto inferiore a quello che riunisce gli elementi d' una combinazione, che i chimici si sieno limitati a considerare gli effetti di solubilità che ne dipendono. Esso esercita realmente la stessa forza dell' affinità che produce la combinazione, il cui effetto nella dissoluzione d' un solido si trova limitato dalla forza di coesione; nella dissoluzione d' un liquido, dalla differenza di peso specifico; nell' azion d' un liquido sopra un gas, dall' elasticità; ed in quella d' un gas sopra un liquido, dal suo volume e dalla temperatura.

L' azione dei disolventi non si limita sempre a quest' effetto sulle combinazioni chimiche; ma, secondo l' azion reciproca dei loro elementi, può essa alterare lo stato di saturazione ed allora deve ella esser annoverata tra le forze che servono a produrre le combinazioni.

Io m' occuperò particolarmente, in questo capitolo, dei cangiamenti che possono risultare nello stato delle combinazioni, specialmente nelle proporzioni di cui ho stabilito le cause, nel precedente capitolo, di quell' azione delle sostanze che s' impiegano come dissolventi, e di cui bene spesso si trascura di comprendere l' effetto nella spiegazione dei risultati dell' azion chimica.

Cercherò di distinguere le circostanze in cui la loro azione dev' essere negletta, e quella in cui essa dev' essere posta tra le cause dei fenomeni di cui si dà la spiegazione. Perciò è necessario ricordarsi delle proprietà ch' ho già esaminate sotto altri rapporti.

217. L' azion dell' acqua sugli acidi e sugli alcali è ordinariamente così debole, relativamente alla forza che produce la loro combinazione scambievole, che dev' essere intieramente trascurata, quantunque in realtà, la tendenza reciproca alla combinazione sia indebolita di tutta la forza per la quale ciascuna parte elementare è ritenuta da un dissolvente, meno quella che conserva per tener in dissoluzione la combinazione formata. Cosicchè

quando un acido agisce sopra una base alcalina, l' azion dell' acqua non produce ordinariamente alcun cangiamento sensibile nella loro saturazione reciproca; essa soltanto diminuisce l' energia dell' acido opposto alla forza di coesione, perchè ne diminuisce la concentrazione in ragione della sua quantità. Ma quando il liquido agisce sopra una combinazione debole, e quando l' azione ch' esso esercita sopra ciascuna delle sostanze che la compongono è di gran lunga differente, il risultato dipende dal rapporto di queste forze. Il liquido può allora produrre un cangiamento che snatura la combinazione, e che ne cangia le proporzioni. Ciò accade quando l' acqua agisce sul solfato di mercurio. Impiegate in picciola quantità, non fa che discioglierlo; ma se ella è più abbondante, l' azione sua s' accresce in proporzione della sua quantità, e si stabiliscono delle nuove combinazioni, le cui proporzioni dipendono dallo stato delle forze rispettive. In questo caso il liquido non dee più essere considerato come un semplice dissolvente; la sua azione è una delle forze che debbono essere valutate nel cangiamento che si opera, e diventa uno degli elementi delle combinazioni che si formano.

Un gran numero di circostanze simili si presentano in cui l' acqua non produce semplicemente una separazione di combinazione, senza cangiar la loro saturazione comparativa, ma in

cui essa determina delle altre proporzioni nelle combinazioni che si separano. Abbiamo veduto che il fosfato acidulo di calce era condotto dall' azion dell' acqua allo stato di fosfato neutro (203). L' acqua non produce quest' effetto che determinando successivamente due combinazioni, delle quali una è più acida e l' altra ha una maggior proporzion di base, finattantochè sia essa pervenuta ad una insolubilità e ad uno stato di combinazione che resistano in fine a tutta l' azione sua. Quando si decompone il solfato acidulo di potassa per mezzo di cristallizzazioni successive, si formano, ad ogni cristallizzazione per mezzo dell' azione dell' acqua, due combinazioni di cui l' una è più acida, e l' altro s' approssima più allo stato neutro; ed in fine quando si è pervenuto a questo, l' azione reciproca degli elementi ha acquistata un' energia che più non permette all' acqua d' alterare le loro proporzioni. Se dunque l' azion dell' acqua non apporta alcun cangiamento allo stato di saturazione d' una combinazione, ciò non può dipendere che dall' esser essa inferiore a quanto rimane di tendenza reciproca a soddisfare negli elementi di questa combinazione (40).

218. Così l' azion chimica d' un dissolvente dev' essere parimente negletta relativamente allo stato delle combinazioni, allorchè altre affinità, molto più potenti, producono queste combina-

zioni. Essa prende però dell'importanza a misura che tali affinità sono più deboli, e finalmente in alcune circostanze essa determina sensibilmente colla sua forza relativa le specie dei composti che si formano. L'azion d'un liquido sopra un solido è non solamente limitata dalla forza di coesione; ma se questo solido è un composto che non abbia una grande energia, si possono stabilire due nuove combinazioni, la cui quantità e le proporzioni degli elementi dipendono dalla quantità dell'acqua e del calore, ed il concorso di questi agenti diminuisce la combinazione che deve restare nello stato solido. Impiegandosi delle quantità d'acqua successive, si produce tra i due estremi, una serie di combinazioni.

Anche quando l'acqua non cangia lo stato rispettivo di saturazione, e che sembra dividere semplicemente le combinazioni, l'affinità sua concorre realmente alla riunione d'una base con un acido, e così pure dell'altra base coll'altro acido. E' dessa che determina la combinazione la più solubile, cioè a dire, quella che le oppone minor ostacolo, quella sulla quale l'azione sua è più forte, a formarsi ed a separarsi dall'altra. Ma questi effetti sono rappresentati senza alcun inconveniente dalla solubilità d'una combinazione o dalla forza di coesione dell'altra, come ho fatto vedere quand'ho considerato l'azione di due acidi sopra una base, e quella di due acidi e di due basi. (*Sez. II.*)

Da ciò risulta che la sola distinzione reale che abbiasi a fare relativamente all'azione dell' acqua, ell' è quella di considerare se produca qualche cangiamento nello stato di saturazione, ovvero se essa operi delle separazioni e determini delle combinazioni la cui saturazione resti la stessa.

219. Le osservazioni che ho presentate sugli effetti dell'acqua, quand'essa agisce come forza antagonista della coesione, o come principio di combinazione, debbono applicarsi agli altri dissolventi; ma siccome la loro forza e le altre loro proprietà variano, così ne deve risultare degli effetti differenti ch' è d' uopo cercar di valutare. Io non considererò, sotto questo rapporto, che l' alcool, di cui, dopo l' acqua, se ne fa il maggior uso.

Bisogna sovvenirsi che allorchè io esprimo gli effetti dell' insolubilità col mezzo della forza di coesione, non intendo di esprimere che il rapporto di solubilità nel dissolvente che produce dei fenonemi per ispiegar i quali io mi servo di essa espressione, giacchè la forza di coesione assoluta non corrisponde esattamente all' effetto del dissolvente. E' dessa molto meglio rappresentata dalla fusibilità, ovvero dall'effetto che produce il calore. La barite e la calce, per esempio, che resistono inalterabilmente al calore, si disciolgono nondimeno nell' acqua in proporzione bastantemente grande. Bisogna dunque che

l' affinità dell' acqua abbia potuto sormontare una gran parte della forza di coesione assoluta di queste sostanze; ma questo primo effetto essendo prodotto dall' affinità, sembra che ciò non venga che dalla solubilità accresciuta dall' azione del calorico come succederebbe senza la presenza del dissolvente, che aumenta nella dissoluzione le proporzioni della sostanza naturalmente solida, in forza delle quali cose si può allora considerar la dissoluzione come l' effetto d' un doppio disolvente del liquido cioè e del calorico come ha fatto all' incirca Lavoisier. „ Si possono distinguere dic' egli (1) molti casi differenti, secondo la natura e la maniera di esistere di ciascun sale. Se, per esempio, un sale è pochissimo solubile per mezzo dell' acqua, è molto per mezzo del calorico, egli è chiaro che un tal sale sarà pochissimo solubile nell' acqua fredda, e molto al contrario nell' acqua calda; tale è il nitrato di potassa, e specialmente il muriato ossigenato di potassa. Se, al contrario, un altro sale è nello stesso tempo poco solubile nell' acqua e poco solubile nel calorico, esso sarà pure poco solubile nell' acqua fredda come nell' acqua calda, e la differenza non sarà molto considerabile. Quest' è ciò che accade al solfato di calce. „

(1) De la Solut. des sels par le calor. Trait. elém. t. II.

„ Si vede adunque che havvi una relazione necessaria tra queste tre cose, cioè tra la solubilità d'un sale nell' acqua fredda, tra la solubilità dello stesso sale nell' acqua bollente, e tra il grado a cui questo medesimo sale si liquefa per mezzo del solo calorico, e senza il soccorso dell' acqua; si vede inoltre che la solubilità d'un sale a caldo e a freddo è tanto maggiore quant'è desso più solubile pel calorico, ovvero, il che è lo stesso, quant' è più atto a liquefarsi ad un grado più inferiore della scala termometrica. „

Sembra che l' alcool conservi i rapporti stessi dell' acqua rispetto ad un gran numero di sostanze e particolarmente, rispetto agli acidi, agli alcali e alle combinazioni saline, e che la differenza che esiste tra questi due dissolventi, consista principalmente nell' esser l' azion dell' alcool più debole, di modo che la forza di coesione le opponga una resistenza il cui effetto è maggiore. Da ciò viene che gli acidi che hanno una forza di coesione considerabile, come l' acido ossalico e l' acido boracico, non si disciolgono nell' alcool. Lo stesso accade rispetto agli alcali. Quelli che hanno poca solubilità nell' acqua, per esempio la calce, la stronziana e la barite, non si disciolgono nell' alcool; ma quelli che sono solubilissimi nell' acqua, com'è in particolare la potassa, ed in generale i sali deliquescenti, possono cristallizzare, o cristallizzano molto più facilmente coll' alcool che con l' acqua.

La differenza dell' azione dell' acqua e dell' alcool, non si limita a queste separazioni, che dovute non sono che al maggiore effetto della forza di coesione opposta all' alcool. Possono anche da questa differenza d' azione risultare dei cangiamenti di proporzioni, la cui vera causa potendo fuggire all' osservazione, hanno spesso condotto a far tirare delle false conseguenze.

220. I chimici si sono talvolta serviti di differenti dissolventi, ed anche successivamente, per operare col mezzo loro, la separazione di differenti sostanze; ma è d' uopo distinguere le circostanze in cui non havvi che un miscuglio di queste sostanze da quelle in cui esiste una combinazione.

In quest' ultima circostanza spesso accade che il dissolvente che s'impiega, produce delle combinazioni che prima non esistevano, mentre si credeva non effettuarsi ch' una semplice separazione. La debolezza stessa dell' azione sua è quella che determina le combinazioni che si formano, essendochè con maggiore energia tutta la dissoluzione potrebbe operarsi, e la combinazione si conserverebbe nella sua integrità. Allora l'alcool agisce sulle combinazioni che si mantengono nell' acqua, nel modo stesso che abbiam veduto che l'acqua lo faceva rispetto ai solfati ed ai fosfati acidi, separandoli cioè in due combinazioni che differiscono tra loro, non solamente per la solubilità,

ma pel loro stato ancora di saturazione.

221. Abbiasi un residuo incristallizzabile composto di potassa, d' acido nitrico, d' acido muriatico e di calce, l' azion mutua di queste sostanze e quella dell' acqua ch' esse ritengono, impediranno che la potassa possa cristallizzare coi due acidi, o con quello dei due che prevaler dee, in ragione della sua quantità (58). Si mescoli dell' alcool a detto liquido: questo prende la combinazione della calce cogli acidi, e quella che forma la potassa si precipita. Non si separano già il nitrato od il muriato di potassa, dal nitrato o muriato di calce, imperciocchè queste sostanze producevano una sola combinazione, nella quale ciascuna esercitava l' azion sua. L'alcool è quello che determina la formazione e la separazione di questi sali, concorrendo colla sua disposizione ad unirsi al sale a base terrosa, colla forza di coesione che appartiene al nitrato ed al muriato di potassa, e che si oppone alla loro dissoluzione nell' alcool con maggiore efficacia di quello che si opponga alla loro dissoluzione nell' acqua.

Questa separazione non è rigorosa; si discioglie nell'alcool una picciola porzione del sale cristallizzabile per l' effetto dell' azione del sale a base di calce che lo rende un poco solubile in questo dissolvente.

Allorchè havvi in un liquido incristallizzabile

un eccesso d' acido o di alcali che sia solubile per mezzo dell' alcool, si cangiano le condizioni del liquido separandosi questo eccesso; di maniera che se si vuol giudicare dallo stato nel quale egli era, pei risultati che si ottengono per mezzo di questa separazione, non se ne avrebbe che un' idea falsa. Così avviene che allorquando si toglie un eccesso di potassa che s' opponeva alla cristallizzazione del solfato di potassa, una combinazione reale con eccesso di potassa viene distrutta, e si formano due combinazioni che si separano; una è l' alcool di potassa e l' altra è il solfato di potassa. Ma il primo ritiene una picciola porzione di solfato di potassa, ch' è reso solubile nell' alcool per mezzo dell' azion della potassa, e che non può essergli tolta che per mezzo della cristallizzazione, ed il secondo ritiene un picciolo eccesso di potassa. La stessa cristallizzazione non basta sempre per ottenere una combinazione costante. Per esempio si ottiene il carbonato di potassa nello stato cristallizzato, trattandosi la potassa ordinaria coll' alcool, che discioglie la maggior parte dell' eccesso della potassa; ma i cristalli ne ritengono abbastanza per essere deliquescenti all' aria.

In questa guisa suppongo un eccesso d' alcali nel carbonato di potassa. Nondimeno è dessa una combinazione così esatta quanto quella del carbonato neutro; ma l'alcali che si trova in eccesso

relativamente allo stato neutro, e che produceva una maggior solubilità, può essere separato più facilmente, perchè l' azion chimica s' indebolisce colla saturazione. L' azion dell' alcool cangia dunque la combinazione che esisteva, sostituendovene due di nuove. Il sale che cristallizza ritiene un eccesso d' alcali, perchè la forza di coesione che cagiona la cristallizzazione non appartiene a delle proporzioni determinate, ma essa comincia ad avere dell' energia prima di giugnere alla maggiore intensità.

Un effetto simile si produce per mezzo delle altre sostanze che possono egualmente formare colla potassa una combinazione più solubile del carbonato di potassa; così Lowitz ha fatto vedere che si poteva ottenere il carbonato di potassa per via d' una picciola quantità d'acido acetico la cui combinazione solubile permette al carbonato di potassa di cristallizzare, o per via dell' addizione d' un po' di solfo che forma in tal guisa un solfuro idrogenato solubilissimo (1). In fine l' acido muriatico ossigenato produce lo stesso effetto, qualora non sia impiegato in quantità tale da formare il muriato ossigenato di potassa. Se la dissoluzione della potassa semicarbonata è abbastanza concentrata, si formano al principio dell' operazione dei cristalli di carbonato di potassa.

(1) Journ. de Chim. par Van. Mons. n.° 3.

222. E' chiaro che i dissolventi debbono essere considerati sotto due rapporti, o come opposti alla forza di coesione, o come parte costituente delle stesse combinazioni, e che è d'uopo applicar loro sotto questi due rapporti i principj che sono stati esposti sull'azion chimica. Ma un dissolvente può essere impiegato coll' oggetto soltanto di favorire o di moderare l' azion d' un acido sopra un corpo solido. Allora la sua quantità può affettare in due maniere quest' azione, e perchè essa n' esercita una sopra l' acido stesso indebolendo proporzionalmente l' energia sua, e perchè diminuisce la concentrazione nella quale esso si trova entro la sfera d' attività.

I dissolventi indeboliscono in tal maniera l' energia degli acidi o degli alcali, anche quando essi non possano produrre alcun effetto sensibile sulla loro saturazione rispettiva; e se si giudicasse allora dell' affinità d' una sostanza dall' effetto che essa produce sopra ad un altra, se ne formerebbe un' idea facilissima. Si potrebbe riguardarla come inattiva e come affatto inferiore a quella che le è opposta, quantunque col solo diminuirsi la quantità del dissolvente si avrebbe un effetto tutto differente. E' per questa ragione che la potassa non può attaccare il solfato di barite ed il fosfato di calce, se è dilaita in una certa quantità d' acqua; ma se si fa essa bollire con questi sali e colla sola quantità d'acqua ch'è puramente neces-

saria alla liquidità dell' alcali, essa li decompone in parte.

Questi effetti dei dissolventi che dipendono dalla differenza della loro energia sulla forza di coesione sono stati negletti, quando si è stabilito l' ordine delle affinità elettive alle quali soltanto si è voluto attribuire la formazione delle combinazioni. Così Bergman avendo disciolto del fosfato di potassa per mezzo dell' acido arsenico, ed avendo aggiunto a questa dissoluzione dell' alcool, il quale, per mezzo della dissoluzione dell' acido arsenico, concorreva colla forza di coesione del fosfato di potassa, e con ciò operar doveva la separazione dell' ultimo, attribuisce quest' effetto ad una maggiore affinità elettiva della potassa per l' acido fosforico di quello sia per l' acido arsenico. Con mezzi simili, si sono spesso determinate le affinità elettive.

Se si aggiugne dell' alcool ad una dissoluzione di calce abbastanza diluta per mezzo dell' acido muriatico, alla quale siasi anche mescolato dell' acido solforoso, si precipita tosto del solfito di calce. Da ciò bisognerebbe egualmente concludere che l' acido solforoso ha maggiore affinità colla calce, che l' acido muriatico. Eppure quando si versa dell' acido muriatico concentrato sopra il solfito di calce, si esala dell' acido solforoso. Gli stessi principj condurrebbero dunque ad una conseguenza contradditoria. Aggiungasi che l' alcool

produce gli stessi precipitati allorchè un sale è reso solubile da un eccesso del proprio suo acido. In fatti l'alcool precipita dalla soluzione del fosfato acidulo di calce un fosfato meno acidulo.

223. Le considerazioni esposte in questo capitolo fanno vedere che i dissolventi esercitano realmente un' azione chimica la quale non differisce che nell' intensità da quella che produce le più forti combinazioni. Ma siccome essa varia in se stessa, e specialmente pel rapporto che ha colle forze che producono altre combinazioni, così havvi de' casi in cui può essa venir trascurata, in quanto che non apporta alcun cangiamento sensibile nella saturazione, ed avvene degli altri in cui essa interviene come principio di combinazione.

Quand' essa non cangia lo stato rispettivo di saturazione, l' effetto suo si limita alla solubilità delle combinazioni, e non si dee allora riguardarla che come una forza antagonista della solidità. Ella indebolisce, in ragione della quantità sua ch' eccede quella ch' è necessaria alla liquidità, l' azione delle altre sostanze contro la solidità, diminuendo la quantità di quelle sostanze che può esescitarla, ed occupando una parte della loro energia. Separa essa una combinazione unica in due combinazioni, delle quali una è più solubile, e l' altra viene isolata per la forza di coesione che può essa opporle.

Spesso i dissolventi esercitano le due azioni, e contribuiscono per mezzo di una alle separazioni che si fanno e per mezzo dell' altra alle proporzioni degli elementi che si stabiliscono.

Dalla differente intensità dell'azione di due dissolventi, supponiam l' acqua e l' alcool, possono risultare delle differenze considerabili nelle combinazioni che si separano. Un' azione più forte s' oppone ad una cristallizzazione che ha luogo nel dissolvente più debole, ed anche per ciò questa può produrre delle separazioni e delle proporzioni di combinazioni che restano confuse nello stato liquido, quando il dissolvente ha maggiore energia.

Trovasi qui un esempio sorprendente dell' influenza che le parole possono avere sulle idee che ci formiamo e sui risultati stessi dell' osservazione. Si comincia dal riguardare un dissolvente come un agente che non fa che disporre le altre sostanze a formare delle combinazioni, perchè effettivamente non produce alcun altro effetto sensibile, allorchè non ha luogo alcuna separazione, e si neglige in conseguenza l' azione sua nelle altre circostanze, per la sola ragione ch'esso si trova sotto il nome di dissolvente.

E' difficile di giugnere per mezzo d' una lingua ad una precisione tale che tolga qualunque confusione; ma bisogna sempre ricordarsi che tutte le sostanze che sono a contatto esercitano un' a-

zione, e che se vi sono delle circostanze in cui essa dev' essere negletta, ve ne possono essere delle altre in cui essa contribuisca efficacemente al risultato.

CAPITOLO III.

Dell' efflorescenza.

224 Alcune sostanze saline, e particolarmente il carbonato di soda, hanno la proprietà di separarsi dalle sostanze colle quali si trovano in combinazione in un certo grado d'umidità. Scheele è stato il primo ad accorgersi che questa proprietà poteva produrre dei cangiamenti nelle combinazioni (1).

Quella forza per mezzo della quale le molecole si riuniscono in proporzioni atte a formare una combinazione costante, e si separano dalle altre sostanze che hanno un'azione sopra di esse, ha molta analogia con quella che produce la cristallizzazione in un liquido, quantunque per la differenza delle circostanze l' effetto sia opposto. Sembra che, a cagione di queste circostanze, una combinazione che sarebbe prontamente distrutta, se l' azione sua fosse in concorrenza con quella

(1) Mém. de Chim. t. II.

delle sostanze che sono contenute in un liquido, si separi continuamente ed in parti picciolissime alla superficie. In cotal modo le molecole sue sono successivamente separate, ed allora l' azione loro reciproca le aggruppa, come nella cristallizzazione. Ma qualunque sia la causa della differenza che esiste tra quest' effetto e quello della cristallizzazione ordinaria, cercherò ora d' indicarne le conseguenze nei fenomeni a cui essa contribuisce, distinguendola sotto il nome d' efflorescenza, e considerandola principalmente come una qualità che appartiene ad alcune sostanze.

225. Se il muriato di soda si trova in concorrenza colla calce ad un grado conveniente d'umidità, l' azion della soda sull' acido muriatico resta con ciò indebolita. Essa divide quella della calce sull'acido carbonico che si trova nell'aria atmosferica; ma diminuita per mezzo della saturazione, sarebbe ben presto insufficiente contro la forza di coesione del carbonato di calce, se non si facesse una vera separazione per mezzo dell' efflorescenza. La decomposizione del muriato di soda continua dunque finattantochè siasi formato bastante muriato di calce, perchè l'acido muriatico dovendo dividersi tra le due basi in ragione della loro azione, giunga un termine in cui le loro forze si mettano in equilibrio.

La picciola quantità d' acido carbonico che si combina a principio colla massa totale, non pro-

duce una forza di coesione che possa prevalere sulle forze opposte (77); basta ella solo per determinare successivamente l' efflorescenza. Ma se si mette tutto ad un tratto in dissoluzione la quantità di carbonato che si è separata, la forza di coesione riceve allora bastante intensità per precipitare il carbonato di calce, e si ottengono delle combinazioni opposte per questa sola condizione delle quantità.

L' efflorescenza produce ancora una separazione di carbonato di soda, allorchè questo si trova in contatto col carbonato di calce ad un grado d' umidità conveniente. Si forma allora una picciola dissoluzione del carbonato di calce per mezzo dell' azion ch' esercita sopra esso il muriato di soda; ma la combinazione dell' acido carbonico colla soda e la sua separazione simultanea derivano dalla disposizione all' efflorescenza ed il fenomeno continua. Le circostanze che possono favorire l'efflorescenza sono una mescolanza conveniente di muriato di soda e di carbonato di calce, ed una umidità sostenuta ad un' alta temperatura. La vicinanza d' un corpo poroso favorisce ancora la decomposizione del muriato di soda; facilitando l' efflorescenza e la separazione del carbonato di soda. Ma quantunque vi sia poca differenza tra le condizioni di questa decomposizione, e quella che si ottiene per mezzo della calce, sembra che la prima esiga un intervallo

di tempo molto maggiore, e fors' anche alcune circostanze più favorevoli, tra le quali una temperatura più elevata, d' onde, probabilmente, deriva che Schéele non ha ottenuta questa decomposizione impiegando il carbonato di calce.

226. Egli è in grazia di tali circostanze, da me osservate sulle rive del lago Natron, che ho creduto di poter spiegare la formazion continua d' un immensa quantità di carbonato di soda (1), ed è probabile che a circostanze simili, o poco differenti, si debba la produzione del carbonato di soda che si osserva in altri deserti, come anche sulla superficie di alcune volte e di alcune muraglie.

Ad una causa simile è d' uopo ancora di riferire la decomposizione del muriato di soda per mezzo delle lamine di ferro tenute in luogo umido. Il carbonato di soda sfiora alla loro superficie, e si decompone, allorchè s' immerge nelle gocce di muriato di ferro che si forma nello stesso tempo.

Schéele a cui dobbiamo le principali osservazioni sopra quest' oggetto, ha provato che le decomposizioni avevano egualmente luogo col solfato e col nitrato di soda, ma non coi medesimi sali a base di potassa, ed attribuisce egli

(1) Mém. sur l'Egypte.

molto bene questa differenza alla proprietà efflorescente del carbonato di soda.

Accade probabilmente per la stessa ragione che molte piante sulle rive del mare possono decomporre il muriato di soda in circostanze favorevoli, cioè a dire quand' esse non crescono nell' acqua; poichè allora esse non contengono che il muriato di soda che non prova decomposizione. Il carbonato non si forma che allorquando esse vegetano sulle rive ed in un terreno impregnato di muriato di soda, e che non ha che l' umidità che esige l' efflorescenza, mentre questa decomposizione non ha luogo nelle piante che non contengono che dei sali a base di potassa.

227. Quantunque l' efflorescenza sia una proprietà più energica nel carbonato di soda che negli altri sali, parecchi di questi non ne sono privi. E' dessa che mi sembra essere la cagione che nei calcinacci impregnati di salnitro, il nitrato di potassa si separi dai sali a base terrosa, e si trovi principalmente nelle parti le più elevate, mentre quelle che sono più vicine al suolo contengono specialmente del sale a base di calce.

Mi sembra ancora che a questa stessa proprietà sia dovuta la formazione del solfato d' allumina ch'ha luogo alla superficie dei graniti, dei porfidi, che per lungo tempo si tengono umettati d' acido

solforico, come lo ha fatto Bayen (1), il quale se n' è servito avvantaggiosamente per l' analisi di queste pietre.

In fine per la proprietà efflorescente che possede il solfato acidulo di potassa s' inalzano e si formano delle arborizzazioni al disopra d' una combinazione che ritiene un eccesso d' acido maggiore di quello che convenga alla costituzione di questo sale, il che fa vedere che in questo fenomeno, mentre una nuova combinazione tende a separarsi coll' efflorescenza, un' altra tende a conservare l' eccesso dell' elemento che s' oppone a quest' effetto.

Quantunque l' efflorescenza non produca che un picciolo numero d' effetti, non deve contuttociò venir trascurata, poichè serve essa a spiegare la produzione di alcune combinazioni che sono opposte a quelle che si formano nelle circostanze ordinarie, e perchè essa può divenire d' una applicazione utile nelle arti.

Riscontrasi qui un mirabile esempio di combinazioni che derivano da una leggera circostanza in un ordine inverso di quello che si attribuisce alle affinità elettive.

(1) Journ. de Phys. 1799.

CAPITOLO IV.

Della propagazione dell' azion chimica.

228. L' azion chimica s' esercita più o meno rapidamente, e questa circostanza ha spesso una grande influenza sui suoi risultati. L' azion del calorico, in forza di questa più o meno rapida azione sua sopra delle altre sostanze, presenta dei rapporti ch' egli è utile di esaminare.

Delle combinazioni che sembrano costanti nelle loro proporzioni, si distruggono per via d' un azione più lenta di quella che le ha prodotte; delle altre proporzioni si stabiliscono, e lasciano successivamente luogo a delle nuove combinazioni. Per ciò variano le conclusioni che si traggono dall' osservazione secondo l' istante in cui essa vien fatta. Si prende per ultimo risultato dell' azion chimica, quello che precede altri cangiamenti che si trascurano, e si attribuisce all' elezion dell' affinità uno stato che non è che transitorio.

Talvolta adunque l' azion chimica sembra istantanea, talvolta gli effetti suoi sono lentissimi, e fa d'uopo uno spazio di tempo considerabile perchè le forze che sono in azione pervengano ad uno stato d' equilibrio. Quali sono le disposizioni

nelle sostanze che producono questa differenza? Quali le circostanze che favoriscono, o diminuiscono quest' effetto?

229. Si può da prima osservare che, indipendentemente da ogni altra circostanza, l' azion chimica è molto più lenta quando è debole, che quand' è viva; e siccome l' azion d' una sostanza s' indebolisce a misura che la sua saturazione fa de' progressi, così, gli ultimi termini di questa saturazione son quelli ch' essa non può percorrere che in un intervallo di tempo molto più considerabile di quello che sarebbe necessario per pervenirvi. Ciò accade anche negli effetti meccanici in cui una forte impulsione fa percorrere ad un corpo lo stesso spazio in un tempo molto più breve di quello ch' ha ricevuto un'impulsione molto più debole.

Nelle combinazioni deboli si può adunque specialmente osservare questa resistenza alla saturazione. Tali sono le dissoluzioni dei sali per mezzo dell' acqua, comparate alla combinazione degli acidi cogli alcali, e si ravvisa ancora una grande differenza tra il cominciamento della dissoluzione ed il suo fine. Non è se non con difficoltà che l' acqua termina di saturarsi al punto in cui lo permettono l' azione sua e la resistenza ch' essa deve vincere.

La combinazione d' un acido con un alcali che si opera con una forza molto maggiore di quella

Che produce la dissoluzione d'un sale per mezzo dell' acqua, è ancora molto più pronta, finattantochè s' approssima allo stato di saturazione; ma allora la sua progressione diviene lenta e giugne ad un termine in cui le carte colorate che ci servono d' indizio, fanno spesso vedere ad uno stesso tempo, l' acidità e l' alcalinità, e non è se non dopo uno spazio di tempo abbastanza considerabile che arrivar si possa a conoscere qual sia quella delle due che domini realmente.

L' agitazione accelera molto il compimento d' una dissoluzione o d' una combinazione; l' effetto suo dipende precisamente dalla differenza che havvi tra l' azion d' una sostanza quand' essa è lontana dallo stato di saturazione, o quand' è vicina a questo stato. Si sostituisce con ciò un' azion forte e pronta ad un' azion debole e lenta.

Quando l' acqua agisce sopra un sale per discioglierelo lo strato ch' è contiguo al sale è da principio in uno stato di saturazione più avvanzato di quello dello strato che gli è soprapposto, e così di seguito, fino alla superficie. Non havvi dunque ch' una leggera differenza di saturazione fra ciascuno degli strati, e si trovano gli uni rispettivamente agli altri, in quello stato di saturazione in cui l' azione è la più debole e la più lenta, e la differenza di peso specifico può ancora avere un' influenza manifesta sull' effetto d' una debole tendenza alla combinazione. Ma se metto in con-

fatto le parti del liquido le più saturate con quelle che sono le più lontane dalla saturazione, stabilisco allora un' azione molto più viva e ne accelero gli effetti. L' agitazione deve dunque servire a rendere una dissoluzione molto più prontamente uniforme, il che deve applicarsi anche alle stesse combinazioni le più forti, allorchè l'azione delle sostanze che le formano si approssima allo stato di equilibrio.

Si può ottener quest' effetto di gravità specifica che si stabilisce da se stessa tra gli strati di un liquido, per via della dissoluzione di un sale, qualora questa dissoluzione si operi alla superficie del liquido; di modo che questa sola circostanza può produrre una dissoluzion molto più pronta. Allora a misura che l'acqua discioglie le molecole saline, essa discende per la gravità specifica che acquista, e la parte del liquido che stava al fondo s' inalza alla superficie per la sua leggerezza specifica. Così si stabilisce una circolazione ch' è facile di render sensibile immergendo un tubo ripieno d' acido solforico sopra una sottocoppa ripiena d' acqua; quella corrente bastantemente rapida strascina i piccioli corpi insolubili che possono essere stati aggiunti al liquido.

Mi sembra che Beaumé sia stato il primo ch'abbia fatto attenzione alla circolazione che si stabilisce in conseguenza del cangiamento di peso speci-

fico, allorchè un sale è disciolto alla superficie dell' acqua, e che egli ne abbia fatta nel medesimo tempo un' applicazion utile per disciogliere i residui salini che si trovano nel fondo del vaso. In fatti, quando si tuffa alla superficie dell'acqua il collo d' un vaso che contiene un sale indurato in massa, si vede l' acqua che ha operato una dissoluzione, discendere formando una corrente, mentre l' acqua pura, o meno saturata forma una corrente opposta e viene a rimpiazzarla; laonde segue che la dissoluzione del sale si opera molto più prontamente per mezzo del rinnovamento continuo d' un' acqua, la cui azione è meno indebolita per la saturazione di quello che se si facesse dimorare su questo sale una quantità d' acqua i cui differenti strati avessero poca differenza di saturazione. E' molto tempo che Velter ha fatta di questa proprietà un' applicazione a tutte le sostanze solide che si disciolgono più prontamente quando si tengono alla parte superiore del dissolvente, e dietro a lui ne ho indicato un esempio per la dissoluzion della potassa comune destinata ai ranni nell' arte d' imbiancare per mezzo dell' acido muriatico ossigenato (1), mentre per una ragione contraria, si deve operare la dissoluzione delle sostanze gasose nel fondo del

(1) Journ. des manufactures et des arts.

liquido. Queste considerazioni pei chimici sono già divenute famigliari.

230. Havvi apparenza che indipendentemente dalla lentezza dell' azion che dipende dalla debolezza dell' affinità, le sostanze sieno distinte da una proprietà che comparare si può alla proprietà conduttrice del calore che ora vado ad esaminare; di modo che in alcune l' azione ha una lentezza particolare ch' è indipendente dalla sua energia: così quantunque l' acido solforico eserciti da prima un' azion viva sull' acqua, e quantunque la ritenga fortemente, nondimeno giugne difficilmente ad una dissoluzione uniforme in modo da non lasciar più scorgere alcuna perturbazione nella continuità allorchè s' interpone il liquido tra l' occhio e la luce. Lo stesso avviene dell' alcool, nel medesimo tempo che l' acido muriatico e l' acido acetico acquistano molto più prontamente l' uniformità di dissoluzione.

Gli effetti igrometrici, non men che la dissoluzione d'un sale, sono dovuti alla tendenza alla combinazione d'una sostanza coll'acqua ch'è tenuta in dissoluzione dall' aria. Si osserva egualmente che l' azione delle sostanze igrometriche si rallenta a misura ch' essa si approssima al termine estremo, e che alcune di queste sostanze percorrono i differenti gradi con molta più rapidità delle altre; così il capello ha un effetto più pronto dell' osso di balena. Questa differenza non dipende dalla

debolezza della potenza igrometrica, imperciocchè la calce che la esercita, almeno con tanta energia quanta il muriato di calce, produce contuttociò il suo effetto molto più lentamente. Bisogna dunque ch' ella sia dovuta ad una facoltà più o meno grande di propagazione che distingue le sostanze, e che è indipendente dall' energia dell' affinità.

La lentezza dell' azione dei fluidi elastici è grandissima, allorchè la forza che tende a produrne la combinazione è debole; così il gas ossigeno non discioglie che lentamente l' acido carbonico ed esige un lunghissimo tempo per esaurire la sua azione sul ferro; quantunque i solfuri alcalini esercitino un' azione bastantemente viva sull' ossigeno, nondimeno lo assorbono con lentezza; l'aria acquista difficilmente il grado estremo d' umidità, e contuttociò il vapore dell' acqua giugne prontamente nel voto al grado di tensione che può dargli la temperatura. Alcune sostanze odorose al contrario si disciolgono e si disperdono rapidamente in uno spazio esteso dell' atmosfera.

Si accelera egualmente l' azione dei fluidi elastici per l' agitazione che ravvicina le parti le meno saturate, ed è probabile che stabilire si possa, per mezzo di differenti pesi specifici. delle correnti che accelerino l' equilibrio di saturazione come nei liquidi; ma questi effetti debbono egual-

mente variare secondo la posizione della sostanza che si discioglie o che entra in combinazione, e debbono essi complicarsi con quelli della temperatura.

231. La facoltà di combinarsi più prontamente con una sostanza che con un altra, produce talvolta delle precipitazioni che si possono riguardare come accidentali e che non hanno luogo se le circostanze tendono l' azione più lenta. Bergman osserva che se si versa dell' acido solforico concentrato sulle dissoluzioni saturate di solfato di potassa, d' allume, di solfato di ferro, di muriato mercuriale corrosivo e di altri sali che l' acqua difficilmente discioglie, questi sali si precipitano molto rapidamente; ma se non si versa l' acido solforico che a picciole porzioni ed agitando il liquido, queste precipitazioni non hanno luogo. Si osserva questo stesso fenomeno mescolandosi tutto ad un tratto una dissoluzione acquosa di muriato di barite con l' acido muriatico concentrato, e in un gran numero d' altre circostanze nelle quali si vede formarsi un precipitato nel primo istante del miscuglio ed in appresso disciogliersi lentamente di nuovo, o più prontamente col soccorso dell' agitazione o con quello del calore.

Se l' affinità esige un tempo più o meno lungo per produrre delle combinazioni, quest'effetto non è meno marcato nell' azion reciproca delle mo-

lecole, per mezzo delle quali esse molecole aderiscono e formano delle cristallizzazioni. Ma se il movimento che loro s' imprime può accelerare la formazione dei cristalli conducendo le posizioni delle molecole che sono ad essa le più favorevoli, è d' uopo ch' ei sia abbastanza moderato per determinare soltanto la prima formazione dei cristalli, che debbono in seguito completarsi in mezzo alla calma, affinchè la cristallizzazione possa essere regolare.

Sembra che l' azione colla quale le molecole d' un solido aderiscono mutuamente, si prolunghi molto al di la dal momento in cui esse entrano in contatto; poichè avviene spesso che un precipitato che si è formato recentemente in un liquido, acquista a poco a poco una durezza considerabile, senza che si possa attribuirla ad un' altra causa, e avviene inoltre che differenti corpi s' indurano invecchiando, anche dopo che la loro evaporazione è cessata.

232. I corpi presentano, relativamente alla comunicazione del calore, una proprietà analoga a quella che pocanzi ho osservata. Allorchè la differenza di temperatura tra due corpi è grande, la comunicazione è pronta; ma ella si rallenta quando essi corpi s' approssimano ad una saturazione uniforme. Immergendosi perciò un termometro in un liquido molto più caldo, o molto più freddo, l' ascensione sua od il suo abbassa-

mento è rapido in principio, ma poi il suo cammino si rallenta approssimandosi all' equilibrio di temperatura.

Newton ha supposto con molta probabilità che le quantità di calore che un corpo perde nei piccioli spazj di tempo, sono proporzionali all' eccesso della sua temperatura sopra quella del mezzo ambiente; cosicchè quando un corpo ha un calore che sorpassa quello dell' atmosfera di 180 gradi, la quantità di calore ch' esso perderebbe in un dato momento sarà doppia di quella che perderebbe in uno spazio egual di tempo, se la sua temperatura non sorpassasse quella dell' atmosfera che di 90 gradi. Segue da ciò che se i tempi fossero in proporzione aritmetica, i decrescimenti di calore sarebbero in progressione geometrica, e che il calore che resterebbe, considerato come differenza tra la temperatura del corpo e quella dell' aria esteriore, seguirebbe anch' esso la stessa legge (1).

Indipendentemente da questa causa generale di rallentamento nei cangiamenti di temperatura, i corpi differiscono per la proprietà di comunicare più o meno facilmente il calore, e di essere più o meno buoni conduttori.

La comunicazione ineguale del calore in que' corpi che pervengono nondimeno ad una tempe-

(1) Crawford ou animal heal.

tatura uniforme, è notabile in una osservazione che Deluc riporta. Aveva egli fatto pei suoi igrometri un' incassatura nella quale per una combinazione del vetro e del rame, gli effetti del calore sopra queste due sostanze si compensavano, purchè i cangiamenti di temperatura fossero lenti. Ma se essi erano rapidi passando dal caldo al freddo, il più pronto riscaldamento del rame produceva un accorciamento nella sostanza igroscopica ch' esso serviva a fissare, e tale accorciamento era seguito da un effetto contrario prodotto dalla dilatazione più lenta del vetro (1).

Siffatta proprietà è stata specialmente osservata tra i solidi che la presentano, senza che una causa straniera ne alteri i risultati; ma i liquidi la possedono egualmente, e da ciò nasce che i termometri ad alcool hanno un cammino più lento di quelli a mercurio, come l' ha osservato Crawford. Ma nei liquidi bisogna distinguere gli effetti che sono dovuti alla locomozione delle loro parti, da quelli che dipendono dalla facoltà conduttrice.

L' agitazione produce nella comunicazione del calore un effetto simile a quello che abbiamo osservato nella dissoluzione. Ravvicinandosi le parti le più distanti per mezzo della temperatura, essa accresce la loro azione reciproca ed acce-

(1) Trans. phylos. 1791.

lera l'equilibrio di temperatura. Si stabilisce ancora per mezzo della differenza di gravità specifica una circolazione che allontana dal punto in cui il calore è comunicato, la parte più riscaldata, e vi conduce la parte la meno dilatata. Ma questi effetti che sono dovuti ad una medesima causa seguono un cammino opposto, perchè la gravità specifica diminuisce in un caso, ed aumenta nell' altro; di modo che bisogna applicare al calore ch' è comunicato alla parte inferiore d' un liquido, quant' ho osservato sulla dissoluzione d' un sale che si opera alla superficie (229).

Da ciò risulta che si dee osservare una grande differenza nella comunicazione del calore, secondo ch' essa si fa o per la parte inferiore o per la superiore d' un liquido. Quest' ultima dev' essere molto più lenta, poichè havvi uno sforzo costante delle molecole per tenersi in istrati separati i quali non hanno che una differenza graduale e leggera di temperatura, mentre nella prima la differenza di gravità specifica tende a ravvicinare continuamente le parti le meno riscaldate dal centro da cui parte il calore.

Un' altra causa concorre ad aumentare quest' effetto. Mentre il calore penetra difficilmente dagli strati superiori agl' inferiori, si formano alla superficie dei vapori che poscia raffreddati dal corpo ch' essi incontrano, lasciano luogo a quelli che

li seguono; di modo che il liquido perde a poco a poco la sua temperatura, per mezzo delle pareti che lo contengono, e specialmente alla superficie. Con ciò la comunicazione del calore tra i differenti strati diventa a grado a grado più lenta e difficile.

Questi differenti effetti debbono essere distinti con molta diligenza, allorchè si considerano i fenomeni che presentati vengono dalla comunicazion del calore tra que' corpi che si trovano nei differenti stati.

La resistenza che oppone la differenza nella facoltà conduttrice, produce talvolta, tanto nei liquidi, quanto nei solidi, una distribuzione di calore nella quale una sostanza sembra perderlo quasi intieramente, mentre un' altra prova un lieve cangiamento nella sua temperatura; così quando una sostanza poco conduttrice si trova in concorrenza con degli altri corpi, il calore che potrebbe comunicarsi lentamente a detta sostanza e portarla all' uniformità di temperatura, se ella fosse contenuta in mezzo d' un' atmosfera di cui ricevesse a poco a poco il calore, passa molto più rapidamente agli altri corpi, mentre esso si comunica da uno strato poco conduttore al prossimo successivo. Si trova esso adunque prontamente indebolito, e siccome l'effetto s' accresce a misura che la temperatura s' abbassa, così la medesima sostanza prende appena un

calore sensibile a una picciola distanza dal centr dell' emanazione del calorico.

233. La propagazione dell' azion chimica ha specialmente un carattere particolare nelle sostanze composte, secondo ch' esse agiscono per mezzo d' una affinità risultante, o per mezzo delle loro affinità elementari.

Se una sostanza agisce per l' affinità risultante, essa produce più o meno prontamente il suo effetto, che non si rallenta sensibilmente se non quando l' azione sua si trova molto indebolita. Essa procede come le sostanze semplici; ma se agisce per mezzo delle sue affinità elementari, a meno che l' azione non sia vivissima, prende essa una lentezza molto maggiore di quella che non proviene che dalla debolezza dell' azione. Così quando si mescola dell' acido nitrico con una base alcalina, si giugne prontamente a condurlo allo stato di neutralizzazione, anche quando l' acidità e l' alcalinità sono molto indebolite da una grande quantità d' acqua. Ma quando si mescola l' acido nitrico e l' acido muriatico, quantunque s' impieghi un' agitazione sufficiente, l' ossigeno si separa lentamente dall' azoto per combinarsi coll' acido muriatico ed esalarsi con esso in acido muriatico ossigenato. L' acido nitrico discioglie insensibilmente da un' altra parte il gas nitroso per restare combinato con un' altra porzione dell' acido muriatico, nello stato d' acido

nitro-muriatico. Soltanto dopo un lungo spazio di tempo, le forze che possono agire pervengono ad uno stato di equilibrio.

Da ciò deriva che spesse volte una sostanza comincia ad agire mercè un affinità risultante, ed in seguito essa agisce lentamente per mezzo delle sue affinità elementari. Così una dissoluzione metallica per l' acido nitrico, cangia spesso di natura quando la si conserva; perde lo stato di saturazione che aveva a principio, il metallo si ossida a grado a grado, e talora si forma una quantità d' ammoniaca a grado a grado maggiore, quantunque la temperatura e le altre circostanze non sieno state favorevoli a tale cangiamento.

Quanto più le affinità elementari perdono della loro forza mercè nuove combinazioni che producono un maggior grado di saturazione, tanto più la loro azione immediata è diminuita (185), e tanto più essa diviene lenta. Quando si versa dell' acido muriatico sopra una dissoluzione di ferro poco ossidato, questo metallo si ossida in breve completamente, perchè l' affinità risultante dell' acido muriatico ossigenato è debolissima, e perchè in conseguenza essa apporta lieve ostacolo all'azione del ferro. Se s'impiega una dissoluzione di muriato ossigenato di potassa, nel quale l'ossigeno si trova in maggior proporzione, ma ritenuto per un'affinità risultante piú forte, il medesimo effetto non si manifesta se non dopo uno spazio di

tempo molto più considerabile e si prolunga davvantaggio. L'azion del calorico che diminuisce la forza risultante, accelera quella ancora delle affinità elementari; di modo che nell' esperienza precedente si può ottenere, col suo mezzo, un effetto prontissimo.

Quando il ferro decompone l' acido nitrico e ne svolge il gas nitroso, l' azione sua è talvolta lentissima da principio, ed anche, se l' acido è poco concentrato, o se la temperatura è troppo bassa, ella stenta a stabilirsi. In appresso l' azione diventa viva e tumultuosa, quantunque lo stato delle proporzioni le divenga a grado a grado sfavorevole. Ciò dipende perchè il calore che si svolge diminuisce proporzionalmente l'effetto dell' affinità risultante ed agisce ancora sul ferro, diminuendo la sua forza di coesione; ma in questa circostanza detto effetto è picciolissimo relativamente all' altro.

Questa lentezza d' azione nell' affinità risultante si osserva nelle dissoluzioni metalliche che si mescolano, e nelle quali i metalli si trovano a differenti termini d' ossidazione. Non pervengono se non dopo un tempo più o meno lungo ad un' ossidazione uniforme prendendo le proporzioni d' acido che convengono al loro stato, o per rimanere in combinazione liquida, oppure per formare dei precipitati. Ma siccome la mia opinione differisce, relativamente a questi ultimi

fenomeni, da quella generalmente adottata, così rimetto la discussione ad altro luogo di questa opera.

234. Le considerazioni che ho presentate in questo capitolo fanno vedere quanto importi, nel calcolare gli effetti dell' azion chimica, lo stare attenti sulla propagazione sua e sulle circostanze che possono modificarla, e quanto insieme sia facile l' ingannarsi allorchè si pongono per limiti dell'affinità d' una sostanza, le combinazioni che essa può produrre nei primi momenti in cui agisce.

Quando l' azion chimica è debole, la sua propagazione è lenta, di modo che facilmente si può cadere in errore raccogliendone con troppa fretta il risultato. Si sono ancora vedute molte combinazioni, che si riguardavano come impossibili, realizzarsi impiegandosi il tempo necessario. Sceglierò due esempi tra il gran numero di quelli che si presentano.

Si riguardava il gas idrogeno come una sostanza la cui elasticità lo garantiva dall' azione dell'acido muriatico ossigenato; nondimeno Cruickshank ha osservato che lasciando per ventiquattr' ore il gas idrogeno a contatto col gas muriatico ossigenato, si faceva una decomposizione completa dell' acido muriatico ossigenato che ritornava allo stato di acido muriatico, mentre l' idrogeno formava dell' acqua. La decomposi-

zione lenta del gas idrogeno carburato ha avuto egualmente luogo col gas muriatico ossigenato (1), e n' è risultato dell' acqua e dell' acido carbonico. Egli è per mezzo d' un azion lentissima che il gas idrogeno si è cangiato nella germinazione in gas ossicarburato, secondo le osservazioni di Sennebier e del suo interessante cooperatore Huber (2). Sembra pure che abbiano eglino cominciato a sospettare che quando si lascia lungo tempo sull' acqua un miscuglio di gas ossicarburato e di gas ossigeno, si formi a poco a poco dell' acido carbonico.

La lentezza della propagazione dell' azion chimica è diminuita dai mezzi che ravvicinano le parti il cui stato di saturazione è il più lontano. In cotal guisa l' agitazione produce un equilibrio più pronto di saturazione nei liquidi e nei fluidi elastici.

La differenza di gravità specifica che tende a tenere allontanati gli strati d' un liquido che sono distanti dalla saturazione, quando l' acqua discioglie un sale a cui essa è soprapposta, produce un effetto differente allorchè la dissoluzione si stabilisce alla superficie. Allora si stabilisce una corrente che porta il liquido il meno saturato

(1) Bibl. Britan. tom. XVIII.
(2) Mém. sur la Germination.

alla superficie del sale che deve discioglière, e l' effetto di questa circolazione è lo stesso che quello dell' agitazione: mette esso in contatto le parti la cui saturazione ha maggior differenza ed accelera l' azione reciproca.

Indipendentemente dall' energia della loro azione, sembrano aver le sostanze una differente disposizione a produrre più o meno prontamente le combinazioni che formano. Sono esse più o meno conduttrici dell' azione chimica, ed allorchè questa proprietà varia ad un certo grado, può essa cagionare da principio delle combinazioni a cui un' azione più lenta ne sostituisce delle altre finattantochè l' equilibrio d' affinità sia giunto a stabilirsi.

I corpi hanno, relativamente al calore, una proprietà analoga alla precedente; essi ne sono più o meno conduttori. La propagazion del calorico è ancora molto più rapida allorchè si trova una grande distanza nelle temperature, di maniera che nei liquidi e nei fluidi elastici, l' agitazione o la circolazione che si stabilisce in ragione delle differenze di gravità specifica, vi produce i medesimi effetti che si osservano nella dissoluzione dei sali. Bisogna adunque far entrare nelle spiegazioni dei fenomeni dovuti alla comunicazione del calore nei liquidi e nei fluidi elastici, la loro proprietà conduttrice, la distanza delle temperature e gli effetti della gravità specifica la quale

fa variar la posizione delle loro molecole (*Nota XVI*) Il calore interviene nelle dissoluzioni, e col movimento ch' esso occasiona cangiando le gravità specifiche, e colla diminuzione ch' esso apporta nella resistenza della coesione, stabilisce con ciò una maggior differenza tra le forze opposte.

L' analogia che ho indicata tra le combinazioni del calorico e le altre combinazioni chimiche, viene qui a riunirsi a quella che noi osserviamo fra la propagazione dell' azion chimica che produce le dissoluzioni e quella del calore che tende a mettersi in equilibrio nei corpi che differiscono per la loro temperatura.

Nelle sostanze composte, principalmente quand' esse contengono degli elementi naturalmente gasosi, l' affinità risultante è molto più pronta nella azione sua che le affinità elementari, anche quando le forze che le sono opposte bastano per distruggerla, a meno che esse non abbiano una grande preponderanza, da cui avviene che spesso si vede formarsi una combinazione per mezzo d' un affinità risultante, e dar luogo a poco a poco all' azione delle affinità elementari.

NOTE

DELLA QUINTA SEZIONE

NOTA XIII.

Dopo di avere stabilito che l'acido fosforico che si ottiene disciogliendo le ossa calcinate nell' acido solforico, non ritiene quantita alcuna sensibile di questo, e che si separa tutto il solfato di calce colla cristallizzazione, purchè non siasi impiegata una troppo grande proporzion d' acido solforico, che per questa ragione riduce a quattro parti sopra sei di ossa calcinate, Bonvoisin fa vedere, come dissi, che l' acido fosforico ritiene una porzion di calce. Egli ha provato che saturandolo con l'ammoniaca, si produceva un precipitato ch' era un solfato di calce, come Bergman stesso lo aveva osservato, e che solamente una porzione della calce era precipitata dall' ammoniaca; di modo che il liquido saturato non darebbe che un fosfato d' ammoniaca e di calce analogo al fosfato di magnesia e d' ammoniaca, che Fourcroy ha già fatto conoscere. Ha egli inoltre osservato, che dopo il termine della precipitazione per mezzo dell' ammoniaca, si otteneva, per mezzo del carbonato, un nuovo precipitato, che era un carbonato di calce, e che si poteva ancora precipitare

in carbonato di calce, tutta la calce tenuta in dissoluzione dall'acido fosforico; di maniera che ha egli consigliato d'impiegare questo metodo facendo svaporare e cristallizzare il fosfato d'ammoniaca dopo la precipitazione, per fare la preparazione del fosforo e trarre dall'acido fosforico tutto il vantaggio possibile. Ha egli ancora preteso che si poteva, con questo semplice mezzo, procurarsi un acido fosforico perfettamente puro, scacciando l'ammoniaca per mezzo del calore in un vaso d'argento. Queste sperienze mi sono sembrate esatte; tranne che il precipitato per mezzo del carbonato d'ammoniaca non è senza fosfato di calce, e che il fosfato d'ammoniaca ritiene ancora una porzion abbastanza considerabile di calce, che può rendersi sensibile, mescolando alla sua dissoluzione del carbonato di potassa o di soda; talmentechè questo sale è opportunissimo per l'operazione del fosforo, ma l'acido fosforico che si ottiene non è così puro come quello che si ottiene colla combustione del fosforo e che in appresso si satura d'ossigeno, trattandolo coll'acido nitrico.

Gay Lussac ha trovato il mezzo d'ottenere immediatamente l'acido fosforico più spogliato ancora di calce di quello, che si ottenga col metodo precedente. Detto mezzo consiste nell'aggiugnere dell'acido ossalico all'acido fosforico, condensato e sgombro di solfato di calce. Mescola egli allora una quantità considerabile d'alcool che discioglie l'acido fosforico e lascia l'ossalato di calce. Eppure v'è ancora rimasto per l'esperienza fattasi una picciolissima proporzione di calce unita all'acido fosforico. Si è creduto che l'alcool

non discioglesse l'acido forforico, e Bouellè, che fece delle osservazioni interessanti intorno al metodo che correva sotto il nome di Schéele (1), se ne servì per precipitare l'acido fosforico dalle ossa ch' erano state disciolte nell'acido nitrico, dopo però d'aver separata una porzione della calce per mezzo dell'acido solforico. Ma il precipitato che si ottiene è un fosfato acidulo di calce, che con ripetute lavature si ridurrebbe in fosfato di calce.

La proprietà di formare un vetro trasparente e deliquescente, non è una prova che l'acido fosforico non ritenga porzione alcuna di calce, imperciocchè Bonvoisin ha ottenuto un vetro simile da un acido fosforico ch'egli aveva saturato d'ammoniaca, e da quello anche pel quale aveva impiegato il carbonato d'ammoniaca. Ora, il primo conteneva una proporzione considerabile di calce, come risulta dalle sue proprie sperienze, e l'ultimo ne riteneva ancora una porzione.

Fourcroy e Vauquelin pretendono che il carbonato d'ammoniaca non abbia la proprietà di decomporre il fosfato di calce, e di precipitare del carbonato di calce. Bisogna dire ch' eglino abbiano fatta l'esperienza sopra un fosfato di calce calcinato, la cui forza di coesione sia divenuta un ostacolo all'azione del carbonato d'ammoniaca. Ma questo non è il caso in cui Bonvoisin ha fatta questa decomposizione.

Non sono io ancora d'accordo coi dotti miei colleghi, sull'impiego dell'acido ossalico per precipitare la calce dall'acido fosforico, col cui mezzo hanno

(1) Jour. de Médecine, octobre 1777.

cercato eglino di determinare la proporzione di calce ch' è nello smalto dei denti. Io sono su questo proposito dell' opinione di Bonvoisin, il quale prova colle sue sperienze che l' acido ossalico non precipita che una porzione della calce ch' è tenuta in dissoluzione da un acido, e quest' effetto è tanto più picciolo, quanto è maggiore l'eccesso dell'acido che si oppone alla formazione dell' ossalato di calce, poichè l' ossalato di calce è solubile negli acidi. Rispetto al metodo per preparare il fosforo, appartiene all' esperienza il decidere colla comparazione delle spese, tra quello di Bonvoisin, e quello consigliato da Giobert, Fourcroy e Vauquelin, che consiste a precipitare l' acido fosforico per mezzo del nitrato e dell' acetito di piombo, per poscia servirsi di questo precipitato; non di meno ciò che mi porrebbe in qualche dubbio sopra quest' ultimo metodo si è che il fosfato di piombo è solubile negli acidi; di modo che una parte può rimanere in dissoluzione. Trummsdorff afferma anche che il piombo ridotto che rimane nella storta che ha servito all' operazione del fosforo, è un fosfuro di piombo (1).

Bisogna che vi sia una grande differenza tra il fosfato acidulo di cui ho fatto uso, e quello che hanno impiegato Fourcroy e Vauquelin, poichè dicono ch' esso è dissolubile nell'acqua con assorbimento di calorico, mentre il mio, quantunque preparato in differenti maniere, non è stato giammai dissolubile che in parte, dividendosi in due combinazioni differenti,

(1) Ann. de Chim. tom. XXXIV.

come ho esposto. Da un altro lato Bonvoisin dice che questo sale è insolubile nell' acqua.

Nella dotta memoria in cui Vollaston ha descritto le sostanze e le combinazioni che si trovano nei calcoli umani, (1) le quali sono l' acido litico, sia che si debba riguardarlo come un acido, o secondo l'opinion di Pearson, come un ossido, l' ossalato di calce che caratterizza il calcolo murale, il fosfato ammoniaco-magnesiano, ed il fosfato calcareo che danno ad alcune specie di calcoli un' apparenza cristallina, trova egli una differenza tra questo fosfato di calce e quello che entra nella composizione delle ossa, e sembra egli anzi riguardare quest' ultimo come un fosfato con eccesso di calce; nondimeno quest' eccesso non è dovuto che al carbonato di calce che Fourcroy ha indicato, e di cui Hattchet ha provata direttamente l' esistenza. In fatti, la calce non potrebbe conservarsi in eccesso in mezzo a delle altre sostanze che hanno una tendenza bastantemente forte per combinarsi con essa.

NOTA XIV.

Se le osservazioni da me presentate non mi illudono, quando l' affinità produce una combinazione, le proprietà particolari degli elementi di questa combinazione provano una saturazione più o meno grande, e così modificate, danno esse origine a quelle

(1) Trans. philos. 1797.

della combinazione. Nelle sostanze che non erano nello stato elastico, si stabiliscono specialmente delle proporzioni variabilissime, secondo le quantità di quelle che esercitano un' azione scambievole, e secondo le cause che la favoriscono o che le sono opposte. La figura degli elementi non sembra avere che una debole influenza sulla formazione della combinazione, sulle sue proporzioni e sopra le sue proprietà chimiche. La forma delle molecole integranti della combinazione essendo un risultato dell' azione reciproca dei suoi elementi e di quella del calorico, ella dev' essere la medesima, o all' incirca la stessa nelle combinazioni della medesima specie; ma può essa trovarsi la stessa anche nelle combinazioni le più lontane: un risultato consimile può derivare dall' azion reciproca di sostanze differentissime.

Se in appresso le molecole integranti esercitano un' azion reciproca debolissima, e ch' esse tendono ad aggrupparsi nella cristallizzazione, la figura loro dee avere un' influenza grandissima, ed i risultati di questa debole azione debbono essere ad essa subordinati ed abbastanza costanti. Nascono allora i fenomeni particolari della cristallizzazione, ed i rapporti si struttura che sono stati sviluppati con tanta superiorità da Hauy. Ma se l' azion reciproca è troppo viva, se i suoi effetti sono troppo rapidi, o se sono essi contrariati da ostacoli, la figura delle molecole non può intervenire, e nondimeno la sostanza composta gode di tutte le proprietà che dipendono dalla tendenza sua alla combinazione, o dalla sua forza di coesione.

Questi principj sono contradditorj a quelli che hanno servito di base al sistema mineralogico di Hauy; nondimeno la profonda stima che m' inspirano i suoi lumi e i dotti suoi lavori, m' impegna ad entrare in una discussione che servir possa a fissare la comunicazione che la chimica e la mineralogia debbono avere tra esse, e che lo stesso Hauy non intese mai d'interrompere. Considererò in questa discussione i risultati dell'osservazione mineralogica molto più di quelli che raccogliere si possono dai fenomeni chimici isolati.

Parlando del metodo ch' egli ha adottato per la classificazone dei minerali: „ Io mi sono pria di tutto determinato, dice Hauy, a dirigerne il cammino per quanto potrò, in conformità dei risultati della chimica. Dove in fatti trovare dei rapporti più proprj a strettamente legare tra esse diverse sostanze minerali, di quelli che sono fondati sull' esistenza d' un principio identico? Dove trovare differenze più decisive tra le medesime sostanze, di quelle che dipendono dai principj particolari a ciascuna di esse? Ora, classificare gli enti d' uno stesso regno, è lo stesso che stabilire tra essi una comparazione ordinata, conforme i rapporti che li legano e le differenze che li separano. Questa comparazione sarà dunque la più esatta, e nello stesso tempo la più naturale possibile. essa presterà meno mezzi all'arbitrio, qualora il mezzo scelto per istabilirla sia quello che ci sveli la composizione intima ed il fondo di ogni sostanza, quello che ci faccia conoscere ciò ch' essa sia in se stessa, piuttosto che quel mezzo che non ci mostra

che le differenze superficiali o tutto al più gli effetti esteriori. ,,

,, Prima di andare più oltre, giova osservare che nel caso presente vi sono due problemi da risolversi. Il primo consiste a dividere ed a suddividere il complesso delle sostanze che il metodo deve abbracciare, in maniera che ciascuna di esse si trovi nel vero suo posto. Ciò si chiama classificare. Il secondo ha per oggetto di somministrare dei mezzi facili e comodi per caratterizzare talmente ciascuna sostanza, che ognuno possa riconoscerla ovunque essa si presenti, e ritrovare nel metodo il posto che l'è stato assegnato. ,,

Risulta manifestamente da queste considerazioni piene di criterio che le proprietà chimiche che caratterizzano i minerali, debbono servire per quant' è possibile per classificarli; in fatti Hauy stabilisce solamente sui caratteri chimici la sua prima divisione in quattro gran classi.

Tutte le suddivisioni dovranno, per la stessa ragione, essere fondate, per quant' è possibile, sull'analisi chimica, allorchè questa ci avrà posto in istato di decidere sulla composizione, ed allorchè delle proprietà abbastanza caratterizzate più non esigeranno una classificazione particolare.

Ma è facile lo scorgere che havvi delle sostanze che non sono che un miscuglio meccanico, mentre havvene altre che sono in uno stato di combinazione. Ora, quantunque le prime possano essere in uno stato così costante quanto le altre, egli è chiaro che debbono esse esser distinte, quand' anche l'analisi

chimica giugnesse a indicare delle quantità simili degli stessi elementi.

La composizion d' una sostanza le cui parti integranti sono dovute ad una combinazione, può essere astretta a delle proporzioni fisse, ovvero può essa venir soggetta ad una latitudine nelle proporzioni, la quale diminuirebbe più o meno la precisione del metodo. L' osservazione tosto prova che l' ultima tra queste alternative è quella che ha luogo nel maggior numero dei casi; di maniera che seguendo la guida più sicura, non si può giugnere ad una classificazione che rigorosamente corrisponda agli elementi delle sostanze minerali, e si dee rinunciare a quella precisione che la mineralogia non comporta.

Di più, una stessa composizione nei minerali può dare origine a delle qualità fisiche abbastanza differenti, perchè sia necessario di distinguerle; così non si dovrà confondere il cristallo di rocca col selce, quantunque abbiano una stessa composizione. Nelle suddivisioni abbisogneranno adunque sovente degli altri caratteri anche per le sostanze semplici, o le cui parti integranti sono in uno stato di combinazione; ma debbono essi essere subordinati ai chimici. In tutti i casi conviene raccogliere tutti gli indizj facili a riconoscersi, come son quelli cha si debbono al celebre Werner, affinchè possano servir di contrassegno alla composizione d' una sostanza, senza che vi sia bisogno di ricorrere all' analisi chimica.

Tra questi caratteri secondarj, si trovano le forme della cristallizzazione; ma qual è il valore ch' è d' uopo attribuir loro? E' qui dov' io differisco

dall' opinione di Hauy, che mi sembra aver ad essi dato an' importanza troppo grande, e la quale, negligendo egli i principj da lui in prima esposti, non istabilisce le sue specie e le sue varietà che sopra i rapporti di struttura.

Dopo aver fatto vedere che l' analisi chimica non istabilisce sempre le differenze che si debbono ammettere tra i minerali ciò ch' io non contrasto, egli così s' esprime: „ Esiste un carattere molto più solido e più proprio per la sua invariabilità, cioè quello che si trae dalla forma esatta della molecola integrante, perchè questa forma esiste senza alcuna alterazione sensibile, indipendentemente da ogni causa che possa far variare gli altri caratteri ..... „

„ Si dirà forse che vi sono delle forme di molecole integranti comuni a delle sostanze di differente natura? Osserverò da prima che ciò non ha luogo che per i solidi che hanno un carattere particolare di regolarità; di modo che in tutti gli altri casi, la sola forma della molecola integrante basta per determinarne la specie. Risponderò in seguito che la maggior parte delle sostanze che hanno una molecola comune (e convien dire lo stesso di quelle le quali, come i metalli duttili, non hanno giammai il tessuto laminoso), sono facili a distinguersi col mezzo di altri caratteri; per esempio, il cubo conviene, come molecola integrante, alla magnesia borata, alla soda muriata al piombo solforato, al ferro solforato, ec, tutte sostanze facilmente riconoscibili indipendentemente dalla division meccanica. „

E' egli conveniente di dare una confidenza così estesa ad un carattere che non indica alcuna differenza tra sostanze cotanto opposte quanto son quelle testè nominate ed alle quali si può aggiugnerne molte altre? Vien detto che si può facilmente ricorrere in questo caso a degli altri caratteri e si triggono dal metodo chimico; ma la conclusione che subito si presenta si è quella che questo metodo ha maggior estensione e maggior sicurezza, quantunque solo non fosse esso sufficiente,

Nelle sostanze semplici, e che sono naturalmente nello stato solido, si può credere che la forma delle molecole abbia dei rapporti più decisivi di quella delle sostanze composte; ma siccome una medesima forma può appartenere a differenti sostanze, così bisogna ancora che l' analisi abbia preliminarmente verificato la natura della sostanza alla quale essa appartiene. D' altronde, se questa forma non è distinta, converrà forse non nominare nè clasificare la sostanza? E se delle altre proprietà fanno riconoscere ch'essa appartiene ad una specie determinata, converrà forse concludere ch'essa ha una tale composizione che spiega le sue proprietà, oppure limitarsi a dire, che le sue molecole hanno una tal forma, cioè, che se esse avessero potuto riunirsi colla cristallizzazione, avrebbero prodotto una specie di cristallo?

Per istabilire che la molecola integrante è il tipo della specie, e che questa è costante nella sua composizione, Hauy è obbligato di considerare come sostanza eterogenea qualunque differenza che l' analisi trova nei minerali che hanno nondimeno una mede-

sima forma: „ Tutto ciò che precede, dic' egli, ci „ conduce ad una considerazione interessante relati- „ vamente alla composizione chimica dei minerali, „ ed è che i principj che concorrono a formar le „ loro molecole integranti debbono, così mi sembra, „ essere costanti in quanto alle loro qualità ed alle „ loro quantità; di modo che le sostanze che fanno „ variare i prodotti dell' analisi sono straniere alle „ mlecole, e solamente interposte tra esse nella „ massa del minerale „. Egli aggiugne in nota. „ „ Io penso ancora che nel caso in cui si dice che „ havvi eccesso d' uno dei principj, d' altronde es- „ senziali alla composizione d' un minerale, la parte „ soprabbondante non entra per nulla nella forma- „ zione della molecola, e dev' essere collocata, tra „ i principj eterogenei puramente accidentali „ tom. I. p. 161.

Secondo questa dottrina, le combinazioni chimiche non si fanno che in proporzioni determinate, e tutto ciò che si trova in una combinazione fuori di queste proporzioni non è che un miscuglio di sostanze eterogenee, e che punto non contribuiscono colla loro affinità allo stato ed alle proprietà della combinazione. In fatti, questa supposizione che non può resistere all'osservazione chimica è necessaria per istabilire che la forma delle molecole è il tipo di ciascuna specie, e che essa forma è una combinazione costante.

Per una conseguenza di questi principj, Hauy riguarda le parti coloranti di alcuni minerali, per esempio, quelle dell' ossido di cromo che colorano lo

smalto verde, come semplicemente disseminate, di maniera che esse non portano nocumento alcuno alla trasparenza. Tomo IV., p. 415.

L'uniformità nella composizione, malgrado la differenza di gravità specifica delle parti elementari, la trasparenza che prova ch'esse più non esercitano un'azione separata sui raggi della luce, delle proprietà comuni, ma differenti da quelle delle parti elementari separate, sono nulladimeno una indicazione indubitata della combinazione.

Tutti i caratteri della combinazione si trovano indubitatamente in un vetro che può esser composto di proporzioni differentissime, e non si può dire che questa combinazione abbia delle proporzioni determinate ed una forma che appartenga alle sue parti integranti, e che tutto il resto sia interposto senza entrare nella formazione del combinato. Ciò che quì dico del vetro, s'applica a tutti i minerali trasparenti che contengono degli ossidi e degli altri elementi stranieri a quelli a cui s'attribuisce la forma delle loro molecole integranti.

Per una conseguenza del principio precedente: „ io comprendo, dice Hauy, p. 243, tom. III, che i graniti, i gneiss, ec., i miscugli possono passare dall'uno all'altro; ma non è lo stesso delle specie propriamente dette. Se disgraziatamente fosse così, noi non avremmo più che delle serie di gradazione; la mineralogia diverrebbe una specie di labirinto ove più non ci riconosceremmo, e in luogo di rette vie, non si riscontrerebbono che degli andarivieni atti soltanto a farci smarrire. „

Daubuisson che dimostra per Hauy tutta la venerazione che gli è dovuta, osserva all' occasione del detto passo di Hauy: „ che nei nostri elaboratorj, combiniamo a volontà l' oro e l' argento, ed il miscuglio forma una massa affatto omogenea che ha i suoi caratteri particolari. La natura può farne e ne fa realmente altrettanti. Noi troviamo dell' oro puro, dell' oro mescolato con un po' d' argento; la quantità relativa di quest' ultimo metallo aumenta successivamente per gradi, e finiamo coll'avere l'argento puro. „ Egli cita degli altri esempj presi nell' osservazion mineralogica (1).

Anche i sali i più costanti nelle loro proporzioni possono sopraccomporsi o combinarsi insieme, senza che la loro forma cristallina e la loro trasparenza sieno alterate; possono variare nelle loro proporzioni, senza che la loro forma subisca cangiamento, nel modo stesso che con la medesima composizione la forma delle parti integranti può essere differente.

Leblanc (2) ha combinato dell'ossido di mercurio col muriato di soda, di maniera che vi entravano poco più di dodici grani d' ossido per ogni oncia di sale; il quale colla cristallizzazione dava, dei cubi e delle tramoggie alla guisa istessa del muriato di soda ordinario.

E' facile quì ravvisare che l' azione reciproca non solamente rende solubile un ossido che non lo è per se stesso, ma lo mantiene in una stessa combinazione

(1) Journal de phys, t. LIV.
(2) Journal de phys. t. XXXI, p. 95.

col muriato di soda, malgrado la grande differenza delle gravità specifiche. = Una dissoluzione a parti eguali di solfato di ferro e di solfato di rame, dà dei prismi tetraedri romboidali d' un turchino verdastro, la forma di questi cristalli è perfettamente ben determinata, ed è agevole di riconoscere ad occhio nudo l' omogeneità delle loro sostanze. Si possono farle disciogliere e cristallizzare in più volte, senza che questa sostanza, nè la configurazione dei suoi cristalli venga cangiata in modo alcuno. . . . Un miscuglio di tre parti di solfato di ferro ed una parte di solfato di rame, dà dei cristalli d' un verde smeraldo e della stessa forma dei precedenti. Qualche differenza soltanto nel calore distingue queste due specie di sopraccomposti. =

Vauquelin ha fatto vedere che il solfato d' allumina conteneva indifferentemente sette parti sopra cento di potassa o d' ammoniaca, senza che si scorgesse alcuna differenza nella cristallizzazione. La stessa proporzion dell' acido può cangiare, come me ne sono assicurato, e Leblanc ha provato che il solfato d' allumina poteva sopraccomporsi d' una quantità considerabile di solfato di ferro, e nondimeno somministrare, colla cristallizzazione, degli ottaedri regolari.

Quantunque i chimici abbiano finora trascurato di far particolare attenzione sulle forme dei sali sopraccomposti, sarebbe facile d' accumulare le osservazioni che provano che i sali possono sopraccomporsi, senza provare nelle loro forme un cangiamento che corrisponda alla sopraccomposizione, e nondimeno

quelle sopraccomposizioni che conservano la loro trasparenza, sono l'effetto dell'azion reciproca degli elementi che le compongono.

Se questa verità è manifesta per le sostanze saline che hanno una solubilità considerabile, e che per conseguenza provano dal lato dell' acqua un' azione energica, relativamente alla loro forza di coesione, l' affinità reciproca delle sostanze che hanno poca solubilità, dev' essere molto più efficace per riunirle in uno stato di combinazione.

Non è dunque sorprendente che si trovi, nei minerali, delle varietà considerabili nelle proporzioni degli elementi che li compongono, quantunque presentino essi gl' indizj d' una combinazione completa, com' è la trasparenza; ed egli sarebbe un fondarsi sopra un sistema arbitrario, se non si volesse conoscere in dette combinazioni l' azion reciproca delle parti che le costituiscono.

Trovasi perciò nelle analisi del granato date da due chimici egualmente ragguardevoli per l'esattezza de' loro metodi, da Klaproth e da Vauquelin cioè, una differenza che molto s' allontana da quella che si può attribuire ai metodi istessi. Le loro determinazioni variano rispetto alla silice da 54 a 36, rispetto all' allumina da 28 a 6, e rispetto all' ossido di ferro da 41 a 0. De Lametherie riferisce degli altri esempj consimili (1).

Havvi ancora delle combinazioni nelle quali uno dei due principj imprime la forma che gli è propria, quantunque si trovi in proporzione più picciola degli

(1) Journal de phys. t. LIV.

altri. Così la soda muriata gessifera conserva l'aspetto del muriato di soda, e si divide, com'esso, parallellamente alle faccie del cubo (Tomo II. p. 365), quantunque secondo l'analisi di Klaproth, essa contenga, sopra 100 parti 31, 2 di muriato di soda, 37, 8 di solfato di calce, e 11 di carbonato di calce.

L'arsenico solforato rosso sembra avere la stessa forma primitiva del solfo, quantunque questo non entri che per un decimo nella combinazione; ciò che conduce Haüy ad una riflessione ch'è difficile d'accordarsi coi principj ch'egli ha seguito: „ Si tratterebbe dunque di sapere se il principio a cui si dee avere riguardo nella classificazione, sia quello che più abbonda in una sostanza o quello che la contrassegna col suo proprio impronto (Tomo IV, p. 233). „ Mi sembra che sarebbe stato necessario il decidersi prima su questo punto capitale, avanti di stabilire un sistema mineralogico sull'opinione che la forma delle molecole integranti sia il tipo delle specie mineralogiche.

La considerazion delle forme cristalline non ha solamente l'inconveniente di riunire delle sostanze che sono differentissime per la loro composizione; ma essa ne ha uno più grave ancora, quello cioè, di obbligar di separare, in ispecie differenti, delle sostanze che l'analisi prova esser desse perfettamente identiche. Così l'analisi che Klaproth e Vauquelin hanno fatto dell'aragonite, faceva vedere ch'essa era un carbonato calcareo. Tenard riprese quest'analisi, impiegando tutti i mezzi che

la chimica può somministrare onde riconoscere tutte le altre sostanze che vi si potrebbero trovare, ed ha provato che non solamente l'aragonite era un carbonato di calce, ma che il rapporto tra l'acido e la base era lo stesso nel carbonato di calce che in quello ch'è conosciuto sotto il nome di spato d'Islanda.

„ Se altro non restasse da pronunciare alla chimica, dice Hauy, bisognerebbe concludere che la differenza di circa 11.° 1/2 che esiste tra gli angoli primitivi delle due sostanze, e che ne indica una considerabile tra le forme delle molecole integranti, fosse un effetto senza causa, ciò che la sana ragione disapprova. Presumere piuttosto si dee che delle nuove indagini ricondurranno qui quell'accordo che ha costantemente regnato fino ad ora tra i risultati dell'analisi chimica, e quelli della geometria dei cristalli (tomo III., p. 357). „

Hauy s'arresta a sospettare l'esistenza d'una qualche materia straniera in questo minerale, ch'è d'una composizione sì semplice e sì facile da provare, e ch'è stato trattato da'più abili chimici. Ma che altro potrebbesi concludere se non che una picciola circostanza può, in alcune occasioni, produrre un cangiamento nella forma come si scorgerà qui nell'esempio che segue, mentre delle differenze considerabilissime nella composizione possono riscontrarsi colla medesima forma?

Vauquelin ha provato per mezzo di sperienze le quali (basterà accennarle soltanto) gli sono sembrate convincentissime, che l'anatasia e l'osanite erano la stessa sostanza, e che l'uno e l'altro di

questi minerali erano dovuti all'ossido del titanio : „ Resterebbe ora da esaminare, dic'egli, se le forme di questi due minerali potessero essere rapportate al medesimo tipo primitivo ; ma dopo le osservazioni del cittadino Hauy , queste forme sono incompatibili (1) „

La calce solfata anidro prova una divisione meccanica che si fa con un' eguale nettezza in tutti i sensi , e che conduce a delle molecole integranti di una forma cubica o ben prossima ad essa. t. IV. p. 349. Da ciò risulta : „ che comparando questa sostanza colla calce solfata ordinaria, prima che la loro composizione chimica fosse conosciuta , s' avrebbe potuto anticipatamente asserire ch' esse dovessero costituire due specie differenti. „

L' analisi chimica che quì riceve l' approvazione di Hauy , dimostra che non havvi differnza tra queste due sostanze che per l' acqua di cristallizzazione , di cui la calce solfata anidro si trova sprovista ; eppure l'acqua di cristallizzazione non esercita che un'azion debolissima relativamente all' azione reciproca dell'acido solforico e della calce, di maniera che essa facilmente cede all'azion del calorico ed abbandona i due altri principj. In quest'acqua non si può trovare (a meno che non si voglia intieramente negligere la considerazione delle proprietà chimiche) una differenza che autorizzi a mettere tra queste due sostanze una maggior distanza che fra il carbonato di calce e la calce carbonata ferrifera , ed eguale a quella che

(1) Journal des mines , n. 66.

si stabilisce fra la calce carbonata e la calce solfata.

Un' osservazione di Lowitz fa vedere quanto sia grande l' influenza dell' acqua sugli accidenti della cristallizzazione, quantunque essa non eserciti che un' azione chimica debolissima, e che per conseguenza essa contribuisca pochissimo alle proprietà caratteristiche d' una sostanza.

Esponendo una soluzione di muriato di soda ad un gran freddo, Lowitz ha ottenuto dei cristalli che presentavano una forma esagonale, avevano due pollici di diametro ed una linea di grossezza, si risolvevano in liquido ad una temperatura di alcuni gradi al di sotto di zero, e cadevano in polvere finissima e bianchissima ad una temperatura freddissima (1).

Ho parlato (Nota I), delle differenze di cristallizzazione che Davy ha osservate nel nitrato d' ammoniaca, secondo le temperatura ch' egli impiegava.

Hauy credendosi obbligato di restringere l' indicazione della specie per mezzo della forma della molecola integrante, quantunque egli la riguardi come il tipo della specie, perchè trovansi di quelle forme che sono comuni a delle sostanze di differente natura, quand' esse hanno un carattere particolare di regolarità, (tomo I, p. 159.) fa intervenire la chimica e si determina a definire la specie in mineralogia, = una collezione di corpi le cui molecole integranti sono simili e composte dei medesimi elementi uniti nella medesima proporzione. = Ma si scorge quanto basta dai passi che ho citati, che egli si è frequente-

(1) Ann. de Chimie, t. XXII., p. 27.

mente scostato da questo principio, quantunque non si trattasse punto di sostanze dotate d' un carattere particolare di regolarità, ed in fatti come avrebbe egli potuto starvi attaccato, allorchè l'analisi chimica e la forma delle molecole integranti danno così sovente delle indicazioni opposte? Era d' uopo dunque scegliere tra l' analisi e la forma delle molecole integranti.

Quantunque l' analisi sia il solo mezzo proprio a far conoscere la composizione dei minerali, come lo stesso Hauy ha stabilito, lo ripeto, non si giunge nullostante col suo mezzo a distinguerle in ispecie costanti ed uniformi nella loro composizione, perchè tale composizione può variare, quantunque le proprietà che si debbano riguardare come caratteristiche non autorizzino a separarle; e non si può limitarsi ad essa sola per la loro classificazione perch' essa la chiuderebbe entro limiti troppo angusti, e d' altronde essa non è abbastanza avanzata per soddisfare alle dimande della mineralogia. Ma l' incertezza che lascia l' analisi è molto più limitata di quella che seco trae la forma delle molecole integranti, qualora fosse necessario scegliere tra l'una e l'altra esclusivamente, indipendentemente dalle contraddizioni che presentano i due risultati. D'onde nasce adunque quella incertezza che sembra attaccata ai metodi mineralogici? Appartiene essa all' imperfezion della scienza od alla natura degli obbietti di cui essa si occupa? La mineralogia senza dubbio non può portarsi al di là dei progressi dell' analisi; ma mi sembra che la specie mineralogica, quale è stata concepita da Hauy e da Dolomieu,

non possa realizzarsi che in un così picciolo numero di sostanze, che impossibile sia lo stabilire sopra un simile fondamento la distinzione dei minerali, laonde deriva che appunto per essere la definizione puramente immaginaria, molti han seguiti dei principj esagerati che l' osservazione poi non fa che smentire. Mi sembra che De Lamétherie abbia fatte delle riflessioni giustissime e sull' insufficienza della forma, per riconoscere le specie, e sulle proprietà che debbono servire o distinguerle, e sulle gradazioni finalmente che conducono dalle une alle altre.

La sua idea direttrice ha condotto Hauy a stabilire delle varietà nelle sostanze minerali, secondo gli accidenti che ha osservati nelle forme secondarie della cristallizzazione qualunque possa essere il loro carattere chimico. Perciò egli descrive e nomina quarantasette varietà di calce carbonata: la primitiva, l'equiasse, l'inversa, la metastatica, la contrastante, la mista, la basata, la inimitabile, la biromboidale, ec. tomo II, p. 132. A canto di queste varietà si trova la calce carbonata ferrifera, che si divide in primitiva, equiasse, inversa, contrastante, basata, diessaedra. Questa calce carbonata ferrifera, talvolta non contiene che un terzo del suo peso di carbonato di calce, ed il rimanente è ossido di ferro con più o meno d' ossido di manganese. Ecco adunque un minerale la cui analisi prova contener esso una quantità considerabile ed anche dominante d'una sostanza attivissima per le sue proprietà, d'un metallo che si ha tanto interesse a riconoscere per l' utilità sua nelle arti, e la cui natura non si trova in miglior modo descritta

nel metodo, di quello che la più picciola varietà di cristallizzazione secondaria.

L' abuso del metodo si mostra ancora in una maniera più sorprendente nelle sostanze che avendo una composizione semplice e costante, e che potendo essere riconosciute con una sperienza chimica facilissima, e quasi sempre indispensabile, provano nondimeno alcune variazioni nella loro cristallizzazione. Io prenderò per esempio il solfato di magnesia, ossia magnesia solfata. Quantunque questo sale abbia una composizione invariabile, si trova nondimeno diviso in bis alterno, piramidale, triunitario, tri-essaedro, equivalente, plagiedro; e quanto ancora non potrebbesi moltiplicare questa divisione e queste denominazioni, qualora si volesse per trastullo variare la cristallizzazione di questo sale con tutti que'mezzi che hanno sopra di essa una qualche influenza!

Mentre si descrivono queste gradazioni di forme che sono interessantissime, quando s' abbia per iscopo di verificare le leggi della cristallizzazione, ma che sono inutili per la conoscenza dell'oggetto, si esclude dal sistema mineralogico dei minerali amorfi che sono più costanti nella loro composizione e nelle loro proprietà di quello che certi cristalli regolari. Daubisson cita in tal proposito il Klingstein di Werner, „ il quale è stato trovato nell' America, formando delle masse di montagne, delle sommità simili a quelle che si veggono in Boemia, in Slesia, in Iscozia, nei Velai, ec. Da per tutto c' era la medesima pietra. dapertuto era collocata nella stessa maniera, e dapertutto mostrava una forma simile e presentava

i medesimi caratteri; ciò basta, deve esso avere un nome particolare che lo distingua dalle altre pietre.... I cristalli, è stato detto, sono i fiori dei minerali; ma le vaste foreste debbono pure essere compresc per qualche cosa.

M' arresto alle osservazioni precedenti, perchè esse mi sembrano bastanti per provare che i caratteri tratti dalla forma delle sostanze non sono indizj abbastanza sicuri ed abbastanza costanti per dirigere soli nella conoscenza della natura de' minerali, o nella loro classificazione.

La scelta di questi caratteri ha obbligato di fare un gran numero di divisioni inutili, e d' introdurre delle denominazioni nuove che non hanno alcun rapporto colle proprietà intime, non solamente per le varietà, ma neppur per le specie, come sono la mesotipe, l' armotoma e la grammatite.

Così la mineralogia, al contrario delle altre scienze che nei loro progressi perfezionano e semplificano i loro metodi, aumenterebbe le difficoltà senza recare alcun lume intorno alle proprietà dei minerali. Cosa si è appreso riguardo alle proprietà dei carbonati di calce quando si è fatto il penoso studio delle forme geometriche di quarantasette varietà note dei cristalli di questa sostanza? Ad onta di questa fatica dovremo crederci ben poco avanzati, e perchè il numero dei cristalli possibili è molto maggiore, e perchè l' osservazione ne farà conoscere successivamente de' nuovi. In fatti queste ricerche così laboriose non hanno ancora condotto che ad una indicazione interessante per la mineralogia, quella cioè

dell' identità di composizione nello smeraldo e nel berillo, ch' è stata verificata da Vauquelin e che si trova legata alla scoperta d' una nuova terra.

Questo metodo ha inoltre l' inconveniente di non potersi applicare immediatamente che alle sostanze aventi una cristallizzazione regolare, mentre per le altre, se non formano continuità colle prime, non rimangono per determinarle, secondo Haüy, che dei caratteri meno sicuri (t. I, p. 159,) di quelli che si traggono dalla struttura. Bisogna confessare che la chimica sarebbe rinserrata tra limiti ben ristretti, se non avesse ad affidarsi che ai rapporti di struttura per assicurarci sulla natura delle sostanze ch' essa esamina, eppure lo scopo della chimica e della mineralogia è lo stesso sotto questo rapporto.

NOTA XV.

Stabilir delle regole semplici affinchè i chimici possano seguire una direzione uniforme nella scelta delle denominazioni colle quali debbono dinotare i risultati delle loro ricerche; indicare per via di queste denominazioni le sostanze che hanno un' analogia di composizione; mostrare gli elementi sui quali importa di fissare l' attenzione nelle differenti combinazioni che ad essi fa subire l'azione loro scambievole; enunciare con chiarezza e senza perifrasi noiose, i prodotti di operazioni complicate, questi sono i vantaggi che gli autori che han proposto la nomenclatura chimica hanno avuto in mira, e l' uso che se n' è introdotto sembra averli irrevocabilmente confer-

mati, tanto nell' insegnamento, quanto nelle opere che presentavano un sì gran numero d' oggetti nuovi da imprimersi nella memoria, e da sottomettere alla discussione: ma il primo loro saggio doveva avere delle imperfezioni, ed eglino erano ben lontani dal credere diversamente.

La composizione delle parole che dinotano delle combinazioni, e le desinenze che indicano le loro analogie formano l' oggetto particolare di essi autori e la parte insieme della nomenclatura su cui è importante che i chimici adottino delle convenzioni uniformi.

Relativamente alle denominazioni delle sostanze semplici, o d' una composizione indeterminata le parole insignificanti per se stesse a me sembra che anzi che doverle rifiutare, sieno le più proprie a soddisfare all' accennato oggetto, purchè tali elle sieno da prestarsi alle combinazioni della nomenclatura.

Sono esse altrettanti nomi proprj che convien imparar ad applicare mediante la conoscenza dell' oggetto: ciò fatto si legano a quella conoscenza che è indispensabile e la richiamano alla memoria. Nissuna difficoltà si è promossa sui vocabili calce, ferro, magnèsia, ec. La denominazione non diventa viziosa, se non quando uno dei vocaboli, applicato ad una sostanza determinata, viene in appresso impiegato per esprimere il modo d' un' altra sostanza di cui darebbe una falsa idea. Così, per esempio, il vocabolo calce, applicato all' ossido di ferro, poteva ingannarci sulle proprietà della sostanza, e formava una discordanza nel linguaggio.

Fu dunque necessario cangiare alcuni nomi ch'erano fondati su delle proprietà erronee, e sceglierne degli altri per indicare delle sostanze poco conosciute, fino a quel momento. Si sono quindi cercate nelle proprietà di esse sostanze quelle che sembrarono le più proprie a denotarle per trarne poi le nuove denominazioni. Ma sono appunto i vocaboli così formati, quelli i quali, quantunque in picciolo numero, han prodotto le maggiori discussioni ed hanno fatto nascere la più forte opposizione: son quei medesimi ch' han dato argomento a tutte quelle scipite facezie con cui nel suo nascere accolta venne la nomenclatura metodica nel Giornale di fisica, ove si trova l' etimologia male stabilita, ed ove inoltre sostituire si vuole un' altra proprietà a quella ch' è stata scelta. Allorchè si acconsente a non riformare il vocabolo, si pretende sostenere la sua significazione nelle parole composte alle quali si dee applicarlo, e così tutte le opinioni si dividono. Se si trova che l' etimologia sia stabilita sopra una proprietà inesatta, fosse ciò anche in una lingua straniera, tosto si rifiuta; così, perchè tangstein significa in tedesco una pietra pesante, si propone di sostituire il nome di Scheelin a quello di Tunstein, (tungisteno) che è da lungo tempo ch' è stato ricevuto per esprimere una sostanza particolare.

Chenevix che ha pubblicato recente un'opera molto filosofica sui pricipj della nomenclatura, di cui non manco tosto di profittare (1), cerca però, seconde

(1) Remarks upon chemical nomenclature, 1802.

me, di conservare con troppo rigore nelle combinazioni della nomenclatura, la precisione dell' etimologia, benchè preferisca egli le denominazioni che non ne hanno.

Mi sembra che per l' interesse comune dei chimici convenga condursi egualmente tanto rispetto alle denominazioni che sono tratte da una proprietà nota, quanto rispetto a quelle che non lo sono, e che nel caso di ricorrere all' etimologia per impegnare ad adottar una nuova denominazione ch' una scoperta rende indispensabile, bisogna obbliarla interamente, tosto che essa è adottata, e non farne più per le combinazioni della parola se non che un uso per così dire meccanico. Il chimico che stabilisce l' espressione dee prestar più attenzione all' eufonia (ossia al suono aggradevole) e alle convenienze di nomenclatura, che all' indicazione d' una proprietà.

In fatti noi abbiamo dei termini che quantunque la loro applicazione etimologica sia divenuta falsa, ci servono collo stesso vantaggio. L' eudiometro, per esempio, non da esso un' idea dell' istrumento o del metodo con cui si determina la proporzione dell' ossigeno che si trova nell' aria atmosferica, o in un altro gas, quantunque ognuno sappia ch'esso non indica più la salubrità che ha servito a nominare questo strumento? L' indicazione di color bruno, bianco o nero, s' applica forse con qualche oscurità ai discendenti di que' popoli che una qualità ha fatto denotare con questi nomi.

Potrei forse giudicare gli autori che hanno proposto la nomenclatura, d' essersi, in riguardo all' acido nitrico, scostati dalla regola che avevano seguito

nelle denominazioni dell'acido solforico e dell'acido fosforico, per via della stessa differenza delle proprietà che l'acido nitrico presenta nei differenti stati di combinazione; ma comunque sia, dal momento in cui la nomenclatura è stata proposta, io credo di dover ritenere la denominazione dell'azoto indipendentemente dai motivi che l'hanno fatta scegliere, perch'essa è la più generalmente adottata, e perchè si classifica benissimo nelle combinazioni della nomenclatura.

Se si volesse sostituire all'azoto il vocabolo nitrogeno, proposto da Chaptal, perchè applicato all acido nitrico, avrebbe esso dell'analogia con quelli per mezzo dei quali si sono denotate le sostanze che considerate furono come produttrici dell'acqua e degli acidi. Ma taluno forse non potrebbe dire che l'azoto è piuttosto il radicale dell'ammoniaca che dell'acido nitrico, o trovare assai inconveniente che si abbandonasse senza radicale l'ammoniaca, alcali potente o ch'essa fosse riguardata come composta di nitrogeno, o d'idrogeno, di due sostanze generatrici cioè, e tali che annunciano dei composti che sono ad una sì grande distanza?

Io non fo entrare nelle combinazioni delle parole se non che alcune abbreviature; così per idro, io denoto l'idrogeno; per ossi, l'ossigeno. Dopo una tale spiegazione Chevenix vedrà che col vocabolo idrogeno ossicarburato, non ho preteso denotare che una sostanza composta d'idrogeno, d'ossigeno e di carbonio, e che non ho voluto portarvi l'indicazione dell'acidità. Allorchè ho proposto di denotare per

mezzo di idro-solfuro la combinazione dell'idrogeno solforato con una base, ho perduto di vista il senso proprio della voce idro, e non vi ho veduto che un diminutivo d'idrogeno. Mi sono condotto del pari nella denotazione degli altri stati di combinazione del solfo e dell'idrogeno. Convengo però che siffatte denominazioni hanno l'inconveniente di non essere abbastanza distinte; ma ell'è cosa difficile l'evitarlo, perchè le stesse combinazioni non sono distinte che per mezzo di deboli caratteri. Con tutto ciò queste denotazioni risparmiano delle perifrasi che non sarebbero neppur esse esenti da oscurità, e indicano degli stati di combinazione che importa di distinguere.

Addotto nondimeno le osservazioni di Chenevix sulla costruzione di alcuni vocaboli composti, nella quale gli autori s'erano scostati dai principj che avevano stabiliti per indicare l'analogia delle combinazioni. Io pure chiamo con lui idrogeno-carburato la combinazione dell'idrogeno e del carbonio, ch'è analogo all'idrogeno solfurato, ed io aveva già fatta una simile riforma nella denominazione dell'idrogeno fosfurato (1).

Lo stesso Chenevix fa delle osservazioni che mi sembrano giustissime sullo stato d'una sostanza vegetabile che diventa acido e che non può essere considerata qual radicale di esso acido, come si considera il fosforo ed il solfo negli acidi che formano. Dovrebbero dunque aver tutti una desinenza uniforme. Quella in ico essendo la più generale, dovrebbe es-

(1) Ann. de Chim. t. XXV.

sere adottata per tutti, specialmente dopo ch'è già provato che l'acido acetico non dev' essere distinto dall' acido acetoso; cosicchè in questo trattato io non ritengo che questa denominazione. Non ho però difficoltà di conservare quella d'acido artaroso, perchè essa si applica più convenientemente in francese (ed anche in italiano) a' suoi composti, o perchè è generalmente ricevuta.

In generale io non vi metto grande importanza alla stretta osservazione dei principj della nomenclatura, che realmente non sono che convenzioni nelle quali si possono far entrare molte considerazioni. L' essenziale, secondo me, si è di comporre le parole in maniera che non lascino alcun equivoco sulle parti ch' entrano nella composizione d' una combinazione e sul rapporto delle sue proprietà caratteristiche con quelle delle altre sostanze.

Quando un genere di combinazione non è sottomesso a delle proporzioni che ne limitino le proprietà, la nomenclatura ha necessariamente quel vagamento indeterminato che si trova nella composizione, o nella conoscenza che si è potuta acquistarne. Così negli ossidi non si può denotare con qualche precisione se non che i due estremi. Si potrebbe adottare, pel grado il più debole d' ossidazione, il vocabolo ossidulo impiegato da Hauy; ma siamo obbligati a indicare gli stati intermediarj per via del colore o per via di qualche altro accidente.

E' un danno comune alla nomenclatura ed alla scienza di cui essa è uno stromento, l' introdurre

degli ostacoli affatto immaginarii nella composizione e nella denotazione delle sostanze. Mirate Brugnatelli il quale sopra distinzioni spesso fittizie, viene a proporci il termossigeno, ch'egli confusamente distingue dall'ossigeno, gli ossidi, i termossidi, gli ossici, il flogogeno, ec., ec. Egli pretende che siffatte inovazioni abbiano cominciato a stabilirsi sulle rive del Tamigi; ma Chenevix che si è data la pena di combatterne alcune, ci avverte, a nome anche dei chimici suoi compatrioti, che Brugnatelli è stato male informato sui progressi della sua nomenclatura. In fatti, la cacofonia che ivi si trovò si nelle parole che nelle idee non poteva mai essere accolta dai dotti chimici che in sì gran copia oggi giorno onorano l' Inghilterra.

Sono obbligato di giustificare con qualche esempio il giudizio ch'io porto sopra la nomenclatura di Brugnatelli. Ognuno conosce già il metodo col quale si riduce il fosforo in acido fosforico per mezzo dell' azione dell' acido nitrico, e la spiegazione semplicissima che ne vien data. Ecco come Brugnatelli presenta questa operazione che egli ha complicata aggiungendovi l' alcool.

„ Brugnatelli, si dice in una nota comunicata da lui (1), ha trovato un mezzo facile e pronto di trarre l' ossifosforico purissimo, e concentrato mediante la decomposizione a freddo del termossigeno o dell' ossiseptonico. „

„ Conoscendo egli che l' ossiseptonico, quando viene in contatto coll' alcoole, si decompone tosto

(1) Journal de Van Mons.

in parte, e cangia la proporzione del termossigeno relativamente alle altre parti componenti di detto ossico, ha colto quell' istante per presentare all' ossiseptonico il fosforo. Questo combustibile ossigenabile decompone allora il termossigeno dell' ossiseptonico, e si cangia in ossifosforico. Che s' immerga, per esempio, un mezzo grosso (36 grani) di fosforo in due grossi circa d' alcoole contenuto in un bicchiere; che si versi in appresso una mezz' oncia di ossiseptonoso concentrato, ec. (a). „

Brugnatelli dà il nome d' ammoniuro alle combinazioni degli ossidi coll' ammoniaca, e questa desinenza in uro non deve, secondo le convenzioni ricevute, e come benissimo riflette Chenevix, essere applicata che alle combinazioni delle sostanze combustibili. Ora con ciò non si ravvisa punto la combinazione dei metalli coll' ammoniaca, ma quella degli ossidi unicamente che più non sono combustibili.

Non è soltanto in questa falsa denominazione che consista l' errore di Brugnatelli nella descrizione ch' egli ha data degli ammoniuri di mercurio e di

(a) Niuno ignora che, per fare l' acido fosforico, basta, per esempio, immergere del fosforo nell' acido muriatico ossigenato, oppure nell' acido nitrico. Una quantità sufficiente di ossigeno dell' uno, o dell' altro di questi due acidi combinasi col fosforo, e si forma tosto l' acido fosforico. (Nota del Trad.)

zinco (1), ma egli ha supposto l'ammoniuro di mercurio in una circostanza in cui non esiste, ed ha descritto come nuovo quello di zinco che Lassone ha fatto conoscere da lungo tempo. Ecco come prepara egli il suo preteso ammoniuro di mercurio.

„ Per ottenere quest' ammoniuro, si fa discogliere „ del mercurio nell' ossico solforico, e si fa svapo- „ rare fino a concrezione. Rimane un miscuglio di „ solfato neutro, di solfato acidulo e di mercurio. Si „ separa quest' ultimo per mezzo dell' acqua fredda; „ si diluisce la soluzione saturata con la metà del suo „ peso d' acqua, e si precipita con l' ammoniaca li- „ quida. Si forma un precipitato bianco di mercurio „ d' ossido abbondantissimo. „

Quest' è il precipitato ch' egli discoglie mediante l' ammoniaca per fare l' ammoniuro d' ammoniaca. Ma Fourcroy è molto tempo (2) che ha provato che il precipitato bianco o bigio che si ottiene non è ossido di mercurio, ma una combinazione variabilissima di quest' ossido, con una certa proporzione d' acido solforico e di ammoniaca; e che aggiungendo dell' ammoniaca non si ottiene mai un ammoniuro, ma una combinazione che non differisce dalla precedente che per una maggior proporzione d' ammoniaca.

(1) Journal de Chim. de Van Mons., Vendem. an 10.

(2) Mém. de l' Acad. 1790. Ann. de Chimic., tom. X.

NOTA XVI.

Il conte di Rumford ha pubblicato parecchie memorie colle quali egli ha preteso di provare che i liquidi ed i fluidi elastici non sono conduttori di calore, e che non trasmettono il calorico che per mezzo del contatto coi corpi solidi, contatto che debbono al movimento delle loro parti. Siccome questa proprietà metterebbe tra gli stati d' una sostanza, una differenza molto maggiore di quella che si ha bisogno di supporre per la spiegazione degli altri fenomeni, e siccome da un altro canto le sperienze di questo celebre filosofo han fissata l' attenzione nostra sopra un oggetto ch'era stato negletto, da cui ha tratto egli delle applicazioni felici per le arti e per gli usi della vita, così io credo di dover proporre qui alcuni dubbj sopra principj ch' egli ha dedotti dalle sue osservazioni. Esaminerò da prima se i fatti sopra i quali egli s' appoggia non possano ricevere una spiegazione naturale dalle proprietà che ho fin qui analizzate, oppure se essi obblighino a ricorrere a delle proprietà particolari. Mi fermerò a quelle considerazioni soltanto che possono servire per rischiarare siffatta discussione senza entrare nelle minute ricerche che essa esigerebbe se pretendessi di esaminarla a fondo.

Le sperienze che l'autore ha fatte sulla comunicazione del calore, sono state eseguite con un apparato di cui conviene rammentar la descrizione: „ Egli impiegava una giara cilindrica di vetro di 4, 7 pollici

di diametro e di 13, 8 di altezza. Metteva egli al fondo di questa giara una data quantità d' acqua, (circa due libbre) ch' era destinata a formare al fondo di esso vaso un pezzo di ghiaccio. A tale effetto si metteva la giara contenente l' acqua in un miscuglio frigorifero di sale e di ghiaccio, la cui azione non tardava a convertire l' acqua in detto pezzo di ghiaccio o disco solido, aderente al fondo ed alle pareti della giara. Si levava in seguito questo vaso per immergerlo sino al livello del disco di ghiaccio interno, in un miscuglio d' acqua e di ghiaccio, che acquistava la temperatura del ghiaccio fondente ossia di zero del termometro comune. Allora si copriva la superficie del pezzo di ghiaccio con un disco di carta, si versava dell' acqua calda quanto più lentamente che si poteva, fino alla quantità di 74 once. Quest' acqua s' inalzava circa otto pollici sopra la superficie del pezzo di ghiaccio.

„ In appresso si levava delicatamente la carta, e dopo d' aver lasciato l' acqua in contatto col ghiaccio per qualche minuto, si versava essa, e si pesava immediatamente la giara col ghiaccio ch' essa conteneva ancora. La differenza dal peso primitivo stabiliva la quantità di ghiaccio ch' era stata fusa nel tempo che l' acqua calda vi stava sovrapposta (1)„.

Avendo osservato che il movimento impresso versandosi l'acqua calda produceva a principio un effetto considerabile e straniero alla comunicazione del calore, l' autore immaginò successivamente molti mezzi per diminuirlo: „ Fece egli giugnere l' acqua calda lungo

(1) Bibliot. Britan.

un tubo di legno chiuso a basso e lateralmente forato di parecchi piccioli buchi dai quali l' acqua scaturiva sopra un disco di legno, anche questo forato come un crivello e galleggiante sopra l' acqua a misura ch' essa s' inalzava nel vaso. Tosto che l'acqua era versata, si levava il disco, e si copriva il vaso con un coperchio di legno al centro del quale stava sospeso un termometro. Immaginò egli in fine di mettere innanzi sul ghiaccio uno strato d'acqua fredda di circa mezzo pollice di grossezza, sul quale galleggiava il disco di legno alla foggia d' un crivello, che riceveva anch' esso l' acqua calda. L' autore giunse con ciò a diminuire ancora più l' irregolarità dei risultati. „

Oltre a queste precauzioni, l' autore ha separato dai suoi risultati la quantità di ghiaccio che si liquefaceva nel primo momento, e che sorpassava quella che si fondeva negli spazj di tempo che succedevano. In queste differenti sperienze, mentre la parte del vaso cilindrico che conteneva il ghiaccio, era tenuta alla temperatura costante del ghiaccio fondente, la parte superiore è stata lasciata in contatto con l'aria circostante, o coperta d'un inviluppo poco conduttore, o immersa ancora nel miscuglio d'acqua e di ghiaccio: l' acqua versata sul ghiaccio ha ricevuto differenti temperature. Fo tre divisioni dei risultati di tutte le sperienze; 1.° L' acqua che non aveva che circa quattro gradi al dissopra di zero, ha fuso un poco più di ghiaccio nei medesimi spazj di tempo che l' acqua bollente; 2° quando la parte superiore del cilindro è stata inviluppata d'una sostanza poco conduttrice, l' acqua calda ha fuso più ghiaccio che

quand' era a contatto con l' aria; 3° quando la parte superiore del cilindro è stata immersa nel miscuglio d' acqua e di ghiaccio, si è liquefatto più ghiaccio che quand' era stata lasciata in contatto con un' atmosfera di 61 grado del termometro di Fahrenheit.

Per rendere ragione di queste osservazioni, bisogna applicare ai fenomeni osservati da Rumford, le proprietà che noi abbiamo riconosciute nelle sostanze liquide e ne' fluidi elastici, e dalle quali abbiamo concluso i cangiamenti che si operano nei loro differenti stati di combinazione.

Abbiamo veduto, 1° che le parti liquide entravano tanto più prontamente in combinazione, quanto più esse si trovavano in una maggiore distanza di saturazione, perchè allora la forza che sollecita la saturazione è maggiore; di maniera che gli effetti che dipendono dalla comunicazione di temperatura debbono essere debolissimi allorchè non vi sono che delle picciole differenze.

2° La locomozione che serve a ravvicinare le molecole che si trovano ad una maggior distanza di saturazione, accelera l' effetto dell' azione reciproca per mezzo del quale il suo equilibrio si stabilisce, in modo che è d' uopo separare l' effetto che ne dipende da quello ch' è dovuto alla comunicazione immediata.

3°. L' acqua ed alcune altre sostanze acquistano una leggerezza specifica maggiore approssimandosi al termine della congelazione, da cui risulta che la locomozione prodotta dalle variazioni di temperatura nelle altre circostanze deve provare delle modifica-

zioni che non bisogna trascurare, allorchè l'acqua ed i liquidi che possono avere questa proprietà comune con essa, s'approssimano al termine della congelazione.

Per fare un' applicazione di queste proprietà, occorre inoltre considerare la direzione che si dà all' emanazione del calore, imperciocchè la combinazione degli effetti sarà differente secondochè perviene o dalla parte inferiore o da quella superiore d' un liquido.

Perchè possa stabilirsi un movimento facile tra le parti che sono al fondo d'un vaso e quelle che sono alla superficie, bisogna che vi sia poca differenza tra la loro temperatura. Allora le parti che sono vicine al ghiaccio, e che prendono dell' espansione, s' inalzano al dissopra di quelle che hanno una temperatura precisamente superiore; ma se la temperatura introduce una grande differenza tra le gravità specifiche, detto movimento dev' essere molto più limitato; di maniera che il ghiaccio resta circondato da un' acqua ch' è alla sua temperatura, o che ne è poco lontana. Si vede adunque che la parte dell' efto che dipende dal movimento dev' essere molto minore, allorchè v'è una grande distanza nella temperatura; ma quando questa distanza esiste, il risultato che appartiene alla comunicazione del calore, indipendentemente dal movimento, deve variare secondo la maniera con cui la temperatura è conservata nel liquido. Se c'è un inviluppo non conduttore, il calore essendo conservato, se ne comunica una quantità maggiore al liquido di quello che se passasse nei

corpi circostanti. Ma se la temperatura del liquido non ha una differenza abbastanza considerabile, come nell' esperienza in cui l' acqua è stata impiegata a 16 gradi, allora è più vantaggioso d' aumentare l' effetto dovuto alla traslazione delle parti, raffreddando tutto il cilindro, che di conservare quello ch' è dovuto alla comunicazione semplice del calorico. Mi sembra che questa spiegazione derivi naturalissimamente dalle proprietà conosciute, e che le osservazioni di Rumford non conducono punto a nuove induzioni.

Bisogna considerare che separando l' effetto che aveva luogo ne' primi istanti nei quali una differenza considerabile di temperatura poteva cagionare una comunicazione pronta, egli non ha più osservato se non che quello ch' era prodotto allorchè non si trovano che picciole differenze tra gli strati successivi del liquido ed il ghiaccio stesso. Ora, quando non havvi ch' una picciola differenza di saturazione, o tra le combinazioni chimiche, o tra le temperature, l' equilibrio non si stabilisce che lentissimamente, e gli effetti divengono difficili da valutarsi.

Le sperienze che Rumford ha fatte immergendo un picciolo cilindro di ferro riscaldato al grado dell' ebollizione dell' acqua, nell' acqua e nel mercurio, che coprivano una punta di ghiaccio senza produrvi liquefazione, confermano solamente che quando due corpi differiscono poco per la loro temperatura, l' equilibrio si stabilisce difficilmente, poichè bisogna osservare che il ferro che ha un debole calore specifico e ch' è buon conduttore, ha dovuto, nella

parte del liquido che ha attraversata lentamente, perdere prontamente la maggior parte del suo calore, senza inalzare con tutto ciò se non che pochissimo quella del liquido, e quella pure del mercurio, rispetto alla massa di questo.

Ma io trovo nelle stesse sperienze di Rumford delle prove dell' esistenza di quella proprietà ch'egli ricusa ai liquidi.

1.° In tutte le sperienze che ho indicate, eccettuate quelle fatte col cilindro di ferro riscaldato, la liquefazione del ghiaccio ha avuto luogo ad un grado abbastanza considerabile, e ciascuna parte liquefatta suppone una quantità di calore che avrebbe potuto inalzare un peso eguale d' acqua dal termine della congelazione ai 60 gradi di Reaumur.

2.° Ha fatto egli congelare dell' acqua alla superficie del mercurio raffreddato per mezzo d'un miscuglio frigorifico. La temperatura del mercurio si è dunque comunicata all' acqua, e questa ha ceduto del calorico al mercurio per rimpiazzare quello ch' esso perdeva.

Se la comunicazione del calore non fosse che l' effetto del movimento delle parti d' un liquido, il mercurio d' un termometro non dovrebbe quasi più cangiare di temperatura, tosto che è giunto al grado della congelazione dell' acqua. In fatti in parecchie di queste sperienze (Essai 7) Rumford suppone che il mercurio, a tale grado non abbia più comunicato calore. Ora, un termometro prende prontissimamente la temperatura dei corpi vicini, e la indica parecchi gradi al di sotto del termine della congelazione dell'

acqua, e fino alla sua propria congelazione. Allora esso si conduce come i corpi solidi, e le sue dilatazioni diventano proporzionalmente più picciole delle precedenti.

Rumford ha provato che la facoltà conduttrice del mercurio stava a quella dell' acqua, come 1000 a 3'3.

Quest' effetto del mercurio che prende più prontamente che l'acqua la temperatura del sistema in cui si trova collocato, quantunque abbia un peso specifico molto maggiore, e quantunque sia molto meno dilatabile per medesimi gradi di calore, e che per conseguenza il calore che riceve debba causare molto meno di locomozione nelle sue parti che in quelle dell' acqua; quest' effetto, dico, conferma che i cangiamenti di temperatura dipendono non solamente dalla comunicazione immediata, e dai cangiamenti del peso specifico che producono il ravvicinamento delle parti d' una temperatura ineguale, ma dalla proprietà ancora più o meno conduttrice di ciascuna sostanza.

3.° Rumford non fa alcuna attenzione al calorico radiante, nè alcuna eccezione per esso; eppure la comunicazione del calore che si stabilisce col suo mezzo, tra i corpi solidi e liquidi attraverso i gas, non può esser dubbiosa, ed è facile osservare che quand' egli ha avvicinato alla palla riscaldata, del ghiaccio e del sego, si è fatta una comunicazione di calore che ha fuso la superficie dell' uno e dell' altro, senza che si possa attribuire questa comunicazione ad una circolazione com' egli l' ha pretesa necessaria.

Le sperienze ingegnose di Rumford impegnarono la sagacità di alcuni fisici i quali hanno già provato

che i principj a cui esse lo conducevano non erano conformi ai veri risultati dell' osservazione.

Nicholson ha fatto, col concorso di Pictet, delle sperienze per mezzo delle quali egli si è assicurato che riscaldando un liquido alla sua superficie, colla soprapposizione d' un corpo, il calore penetrava e faceva alzare il termometro immerso nel fondo di esso liquido. Per evitare la comunicazione con le pareti del vaso, è stata scelta una sostanza pochissimo conduttrice, e si è conosciuto evidentemente per mezzo d' un termometro collocato nello stesso liquido presso alle pareti del vaso che non si erano stabilite correnti che fossero differenti nella temperatura. In fine il cammino delle bolle che si svolgevano, e le altre apparenze ancora del liquido hanno convinto che non si era formata corrente alcuna.

Da queste sperienze si è confermato che i liquidi differivano nella loro facoltà conduttrice. La penetrazione del calore dall' alto al basso è stata cinque volte più lenta nell' olio che nel mercurio (1).

Rumford ha supposto che i più leggeri cangiamenti di peso specifico fossero accompagnati da una locomozione che produceva una corrente, la quale egli ha cercato di rendere visibile coll' esporre ad un cangiamento di temperatura un liquor alcalino nel quale stavano sospesi dei frammenti sottilissimi di ambra che si trovavano avere il medesimo peso specifico del liquido. Ma Tompson ha fatto vedere (2)

(1) Bib. Britan. t. XVIII.
(2) Journ. of Nicholson, febr. 1802.

quanto erano illusorj i movimenti che si osservavano in queste molecole, e che sembravano non essere dovuti, nelle variazioni di temperatura che non sono rapide, se non che alla differenza di peso specifico ch' essi medesimi acquistano, ed all'aderenza delle vescicole aeree; di maniera che alcune di queste molecole si muovono in senso contrario, e vengono ad urtarsi senza seguire la direzione di alcuna corrente. Ha egli ancora fatto vedere che questi corpuscoli ondeggianti potevano ricevere differenti movimenti, mentre gli strati del liquido conservavano una tranquillità perfetta. Egli ha messo in un vaso di vetro un' acqua colorata di turchino per mezzo del succo di cavolo rosso, di poi con molte precauzioni egli ha instillato dell' acqua chiara, per mezzo d' un tubo capillare all' estremità. Con questo mezzo egli è pervenuto ad avere i due liquidi separati senza confusione. Allora ha egli riscaldato lentamente il vaso per la parte inferiore. E' chiaro che se si fosse stabilita una corrente, sarebbesi questa rilevata per mezzo del liquido colorato. Ma la separazion dei due liquidi si è mantenuta nella sua integrità. Aggiungasi che dei corpuscoli collocati nel primo liquido s' inalzavano, s' abbassavano, attraversavano la linea di separazione senza produrre la mescolanza dei due liquidi; di maniera che i loro movimenti variati non erano punto l' effetto d' una corrente che gli strascinasse. Nondimeno il calore si comunicava a tutto il liquido. La propagazione del calore e l' agitazione dei corpuscoli che hanno all' incirca lo stesso peso specifico, possono dunque aver luogo indipendentemente dal movi-

mento circolatorio, che non si stabilisce se non quando vi è una differenza di temperatura d' una certa intensità tra i differenti strati d' un liquido.

Murrai ha opposto all' opinion di Rumford delle sperienze ancora più dirette e non meno concludenti (1). Ha egli collocato la palla d'un termometro in un cilindro di ghiaccio che egli ha rimpiuto alternativamente d' olio e di mercurio; poscia ha approssimato un corpo riscaldato alla superficie del liquido. Il termometro si è alzato di parecchi gradi si nell' una che nell'altra prova; con tutto ciò il calore non poteva entrare per le pareti del ghiaccio la cui superficie doveva assorbirlo liquefacendosi, non poteva neppure stabilirsi veruna corrente, poichè le molecole del liquido divenute più leggere, non potevano prendere una direzione contraria, e l' autore aveva evitato d' impiegar l' acqua che si contrae passando dalla temperatura di zero ad una temperatura un poco più elevata. Bisogna adunque che il calore siasi comunicato alla palla del termometro, senza che la corrente, che si suppone necessaria, siasi stabilita, o che quello che ha servito a dilatarlo non fosse che l' eccesso di quello che aveva liquefatto una porzione di ghiaccio.

Le osservazioni di Murrai confermano nel tempo stesso che il mercurio è un conduttore di calore più efficace dell' olio, giacchè l' elevazione di termometro si è manifestata col suo intermezzo in un tempo

(1) Ann. de Chim., Floréal an. 10.

molto più corto, ed ha liquefatto maggior copia di ghiaccio.

Mi sembra che le sperienze di Nicholson, di Thomson e di Murrai non lascino alcun dubbio sulla comunicazion del calore fra le molecole dei liquidi. Le une fanno vedere che i movimenti dei corpuscoli solidi che si agitano in un liquido, possono sovente ingannare sulle correnti che si crede di scorgere; ma non bisognerebbe per ciò negare l' esistenza di queste correnti, quando si stabilisce una differenza abbastanza pronta tra i pesi specifici, e quando il calore si comunica per la parte inferiore d' un liquido. Le altre provano che la comunicazione del calore può farsi a traverso un liquido nel quale non si possa supporre una corrente che servi a trasportarlo immediatamente ad un corpo solido, ed esse confermano ancora che i liquidi sono dotati d' una facoltà conduttrice che differisce per la sua intensità, ma non bisognerebbe però concluderne che la locomozione delle parti dei liquidi non concorre a stabilire un pronto equilibrio di temperatura. Havvi anzi apparenza che quest' ultimo effetto sia ordinariamente il maggiore.

Le precedenti considerazioni intorno alla differenza conduttrice ed alla distribuzione più pronta del calore per mezzo della differenza di peso specifico ch' esso introduce tra le parti d' un fluido, nelle quali ho fatto un' applicazione sulla facoltà di comunicare il calore comune a tutti i corpi, mi sembrano rendere ragione di tutti i fenomeni che la sagacità di Rumford ha fatto conoscere.

Dette considerazioni mi fan essere d' un' opinione ben diversa dalla sua. Si sa con quale rapidità i termoscopi o termometri ad aria, indicano le variazioni di temperatura. Pictet non ha potuto osservare un secondo di differenza tra l' elevazione d' un termometro di questa specie, e l' emanazione di calorico radiante d' un corpo collocato in distanza. Si è osservato che gli areostati provavano delle repentine dilatazioni per l' apparizione del sole (1). Siffatti fenomeni mi sembrano indicare che i fluidi elastici lungi dall' essere cattivi conduttori, ricevono al contrario prontissimamente la temperatura degli altri corpi, imperocchè come potrebbesi mai supporre ch' egli non fosse che a contatto dell' inviluppo dell' areostato che tutte le parti del gas venissero a prendere la temperatura che acquistano, e come potrebbesi concepire che le parti inferiori che sono contigue alla porzione dell' inviluppo, che non riceve l' emanazione solare, fossero portate verso quella che sta esposta ai suoi raggi? E siccome ad ogni contatto queste molecole non riceverebbero che una porzion di quella temperatura alla quale esse giungono, così qual prodigioso vortice non bisognerebbe egli mai supporre in questo gas!

Mi sembra dunque che i fluidi elastici, lungi dall' essere cattivi conduttori, abbiano anzi questa proprietà ad un altro grado, quantunque rispetto a ciò differiscano probabilmente tra essi; e se l' aria ch' è contenuta produce degli effetti che paiono provare

(1) Descrip. de l' aréostat de l'Acad. de Dijon.

il contrario, sono essi dovuti a qualche circostanza che modifica essa proprietà.

Mi sembra probabile che tale circostanza sia lo stato di compressione nel quale un gas si trova allorchè non può prendere la dilatazione che conviene alla temperatura che riceve. Abbiamo veduto che il calorico, combinandosi col gas, non inalzava la temperatura se non perchè la dilatazione sua trovava un ostacolo (108). Da ciò dee risultare che quanto più l'aria si trova lontana da quello stato di dilatazione che aver dovrebbe per essere in equilibrio di temperatura, tanto più essa deve opporre di resistenza alla combinazione sua col calorico, e tanto più per conseguenza dev'essa perdere della sua facoltà conduttrice; l'aria che prendesse facilmente la temperatura dei corpi vicini, allorchè ricever potesse le dimensioni convenienti sotto una data pressione, diverrebbe a grado a grado cattiva conduttrice, a misura cioè ch'essa giugnesse ad una temperatura più lontana dalle dimensioni che dovrebbe avere. L'aria prova allora un effetto che comparare si può a quello d'un corpo che resiste mercè la forza di coesione all'azion d'un liquido, mentre questo può operarne la dissoluzione tostochè questa resistenza viene a diminuirsi.

Questa spiegazione potrebbè applicarsi alla proprietà conservatrice del calore che Rumford ha provato appartenere all'aria che aderisce a delle parti, come son quelle dell'edredon. Quest'aria non aderisce che per mezzo d'una vera affinità che probabilmente ristringe le sue dimensioni, o che almeno s'oppone

alla sua dilatazione. E se l' acqua può scacciarnela, ciò dipende perchè essa viene a combinarsi con queste sostanze, o perchè aderisce alla loro superficie mediante la sua affinità; di modo che l'aria deve allora provare per l' azion dell' affinità dei corpi a cui aderisce, quello stesso effetto che vien prodotto, sul suo sforzo elastico, da uno spazio in cui è contenuta, e nel quale essa riceve una temperatura più elevata senza potersi dilatare.

In questa guisa i fluidi elastici, che ad uno stesso grado di temperatura si dilatano molto più dei liquidi e dei solidi, avrebbero la facoltà corrispondente di entrare con maggior facilità in combinazione col calorico. Essi resistono poco alla loro compressione, si riscaldano quando si restringe il loro volume e si raffreddano quando si dilatano. Questi effetti non annunciano essi forse una gran disposizione a combinarsi col calorico, o ad abbandonarlo ed a riceverne differenti gradi di saturazione? Eppure secondo l' opinione di Rumford, vi sarebbe un ostacolo insuperabile tra le temperature le più lontane delle differenti parti d'un gas, allorchè queste parti non venissero a riscontrare un corpo solido.

Sarebbe possibile che le sostanze liquide fossero esse medesime molto più proprie a condurre il calore che quando sono nello stato solido? Le proprietà dell'affinità reciproca che produce la coesione sembrano indicarlo, appunto perchè quest' affinità opponendosi alla dilatazione, deve essa portare un ostacolo alla combinazione del calorico. Questa resistenza all' ingresso suo è anche provata dalla pronta accumula-

zione che se ne fa, tosto che la forza di coesione è distrutta, di modo che essa è opposta alla combinazione del calorico, come lo è a quella delle altre sostanze. In fatti, l'acqua, indipendentemente dalla locomozione delle sue parti, sembra prendere la temperatura comune più facilmente del ghiaccio ch'è cattivissimo conduttore, ed è forse per questa differenza che il ghiaccio, come tutti i solidi che passano allo stato liquido, si liquefà alla sua superficie piuttosto che prendere una temperatura comune.

Io non presento quest' ultime spiegazioni che come altrettante congetture che possono invitare taluno a tentare delle sperienze sopra un oggetto che non è indifferente alla teoria chimica.

SEZIONE VI.

DELL' AZIONE DELL' ATMOSFERA.

CAPITOLO PRIMO

Della costituzione dell' atmosfera.

235. L'atmosfera interviene in un gran numero di fenomeni chimici coll' azion dissolvente ch' essa esercita sui liquidi e sui fluidi elastici o per l' ostacolo ch' essa oppone alle loro disposizioni naturali o per la combinazione d' uno dei suoi elementi,

Bisogna dunque considerarla sotto questi rapporti per conoscere qual parte essa abbia nei fenomeni, ed esaminarne inoltre la costituzione che fa variare l' azione sua.

La costituzione dell' atmosfera è il risultato delle condizioni nelle quali si trova, vale a dire il risultato della compressione che prova, e quello non meno della sua temperatura e della sua umidità. Ho già esaminato gli effetti comparativi

della compressione e della temperatura sui gas in generale (110); ma bisogna farne un' applicazione più particolare, relativamente all' azione dell' atmosfera e alle disposizioni dei liquidi ch' essa tende a disciogliere.

L' esperienza ci ha fatto conoscere che il volume dell' aria diminuisce quand' essa si comprime. Tutti i gas permanenti seguono la stessa legge; ma relativamente al vapor elastico dell' acqua che vi è tenuto in dissoluzione, bisogna fare una distinzione secondo la proporzione che vi si trova. Se l' aria n' è saturata, il vapor elastico non può provare una diminuzione nello spazio ch' esso occupava, senza che una parte proporzionale alla diminuzione non riprenda lo stato liquido (168). Ma se si aumenta lo spazio, esso si dilata come gli altri gas, ed allora l' igrometro cammina al secco. Allorchè l' aria si trova lontana dallo stato di saturazione, essa s' approssima alla saturazione a misura ch' è compressa, e l' igrometro cammina all' umidità. Ma quando è giunta al termine della saturazione, non può più contraersi senza ch' una parte del vapore acquoso non si separi in acqua. Tutto cio che resta in dissoluzione conserva lo stesso grado di tensione. Perciò la compressione riduce il volume dei vapori elastici, come quello dei gas permanenti fino al termine della saturazione; allora essa diminuisce la quantità del vapore.

236. Abbiamo veduto (109) qual legge seguiva la dilatazione dei gas per mezzo del calore; ma l'elevazione di temperatura produce sul vapore elastico, o piuttosto sul liquido che tende a formare questo vapore, degli effetti che meritano una considerazione particolare.

1°. Essa dilata il vapor elastico come un gas ne aumenta la sua tensione; di maniera che questo vapore fa equilibrio con una colonna di mercurio che sta a quella che produceva la prima tensione, nello stesso rapporto delle tensioni. Il vapore acquoso il quale, a 15 gradi, poteva inalzare il mercurio di sei linee, lo inalzerà all' incirca di nove ad una temperatura di 80 gradi, o dovrà essere compresso da detta colonna per conservare il suo primo volume.

2°. Essa aumenta la quantità che deve occupare uno spazio determinato, o quella che si discioglie in un volume d' aria; di maniera che se non havvi quella quantità d'acqua che occorre in tale condizione, l' aria che si riscalda, s' allontana perciò dal grado di saturazione, e fa camminare perciò l' igrometro al secco.

Ma se ritrovasi acqua bastante per produrre la saturazione, la tensione s'accrésce in una proporzione molto maggiore di quella indicata nella precedente supposizione; di modo che un effetto molto più considerabile s' aggiugne al primo.

Le quantita d' acqua che si disciolgono in un

volume d'aria, per mezzo delle elevazioni di temperatura, seguono dunque un rapporto molto più considerabile delle dilatazioni: a 15 gradi del termometro il piede cubo d'aria saturata d'acqua ne contiene, secondo l'osservazione di Saussure, all'incirca 11 grani, ed a gradi 6,78 non ne può contenere che 5 grani.

Da ciò si vede perchè l'aria che vien raffreddata per mezzo della dilatazione, depone dell'acqua quand'essa si dilata; il freddo prodotto dalla dilatazione ha un effetto molto maggiore sulla quantità d'acqua che può essere tenuta in dissoluzione di quello sia che l'aumento dello spazio che occupa. Ciò spiega come possa darsi che l'aria compressa dal peso di una colonna di 200 piedi d'acqua, in una macchina impiegata nelle miniere di Ungheria (1), deponga della neve e de' piccioli ghiacciuoli, allorchè se le permette, per mezzo dell'apertura d'una chiave, di riprendere lo stato ch'essa dee avere ad una compressione ordinaria.

237. Poichè lo sforzo dell'elasticità è lo stesso quando l'acqua inalza, per la sua tensione, una colonna di mercurio nel voto, di quando essa ha già preso lo stato elastico (166), si può concludere dall'effetto ch'essa produce in una circostanza, quelle che se ne otterrebbe in una

(1) Trans philos. vol. LII.

altra, e giudicare dalla tensione d'un liquido, della forza elastica del vapore a differenti temperature.

Betancourt in tal proposito ha fatto delle sperienze interessantissime (1); ma quantunque esse abbiano un grado di esattezza sufficiente per l'oggetto ch' egli s'era proposto, non ne hanno poi abbastanza, specialmente nei gradi inferiori, per riconoscere la legge che segue questa dilatazione. Perciò non ha potuto ottener alcun effetto pei quattro primi gradi del termometro, e per 10 gradi egli non ha ottenuto che 0, 15 p., mentre l'osservazione di Van Marum dà 0, 40.

Volta ha distinto nelle sue ricerche, come, seguendo le sue tracce l'ho fatto anch' io, l'effetto ch' è dovuto all'aumento di tensione per l'elevazione di temperatura, il quale effetto segue la legge comune a tutti i gas, e quello che produce la formazione d'un nuovo vapore che prende anch' esso la tensione che dà la temperatura; di modo che con cio egli si è convinto delle due cause che producono l'accrescimento dell'azione elastica d'un liquido o del vapore che esso forma per mezzo del calore. Egli ha veduto che tutti i liquidi seguivano in questi effetti la stessa legge, non solamente quand' essi erano

(1) Essai expérimental et analytique, ec. Prony, jour. Polytechnique, chaier I.

giunti al termine dell' ebollizione, ma anche a dei termini egualmente distanti dall' ebollizione. Ha inoltre osservato che lo sforzo elastico diveniva doppio di 13 gradi in 13 gradi all' incirca del termometro di Reaumur. Non pretendo di presentar questi risultati, ch' ho raccolti conversando seco lui, se non che in una maniera incompleta, mentre egli si proponeva già di aggugnervi una maggior precisione.

238. Dalton ha recentemente pubblicato una memoria importante sullo stesso soggetto. Eccone il ristretto, quale si trova nella biblioteca britannica (1). Vi applicherò i principj ch' ho cercato di stabilire, e discuterò l' ipotesi fisica di cui egli fa uso per ispiegare i suoi risultati.

„ L' autore prende un tubo di barometro perfettamente secco, lo riempie di mercurio antecedentemente bollito, e segna il luogo del tubo in cui il mercurio rimane sospeso, formando il barometro di Torricelli. Gradua questo tubo in pollici e decimi con dei segni di lima. Fa sortir in appresso il mercurio, e inumidisce il tubo con dell' acqua o con tal altro liquido di cui vuole provar il vapore. Riempie di nuovo il tubo di mercurio cacciandone affatto l' aria, e quando il tubo è stato raddrizzato per qualche tempo, il liquido di cui è stato umettato di dentro si ammassa

(1) Bibl. Brit. t. XX e XXI.

a poco a poco all' alto della colonna di mercurio ove forma un picciolo strato.„

„ Per dare al vapore che si forma allora nel vuoto di Torricelli quella temperatura che egli desidera procurargli, l' autore introduce stabilmente a traverso d' un turacciolo detto tubo barometrico in un tubo di vetro di due pollici di diametro e di 14 pollici di lunghezza. Il barometro è mantenuto nell' asse di questo tubo per mezzo di due turaccioli ch' essa attraversa, il superiore de' quali ha una seconda apertura per mezzo della quale si riempie il grosso tubo d' acqua più o meno calda, fino alla temperatura di 155 gradi (54 °/₀ di Reaumur)„.

„ Per le temperature più elevate, l' autore impiega un barometro a sifone e ne racchiude il lungo braccio in un tubo di latta che può resistere all' acqua bollente, e giudica della discesa del mercurio nella parte invisibile del tubo dall' ascensione sua nel braccio inferiore. Questo metodo suppone che il tubo sia esattamente, d' un diametro in tutta la sua lunghezza.

„ Si può ancora determinare, colla tromba pneumatica, munita d' un provino a barometro, la forza del vapor acquoso a differenti temperature al di sotto di quella dell' acqua bollente. Si mette sotto il recipiente una fiala piena, per metà d' acqua calda, nella quale si tuffa un termometro. Si fa lentamente il vuoto, ed al mo-

mento in cui l' acqua comincia a bollire mercè la diminuzione della pressione dell' aria, si segna il grado del termometro e quello del provino. L' altezza del mercurio in questo provino è la misura precisa della forza del vapore. Questo stesso metodo è applicabile a degli altri liquidi „.

„ Impiegando questi differenti metodi, e per mezzo di reiterate sperienze delle quali ha comparato accuratamente i risultati, l' autor ha costrutta una tavola delle forze espansive del vapor acquoso, di grado in grado del termometro di Fahreneit tra il ghiaccio e l' acqua bollente; e l' esame dei risultati avendogli fatto scoprire una legge abbastanza regolare nel loro cammino, che molto s' approssima ad una progression geometrica, la cui ragione decrescerebbe lentamente, se n' è prevaluto per estendere da una parte la sua tavola, fino alla congelazione del mercurio e dall' altra fino a 325 gradi di Fahreneit (130 2/9 di Reaumur). (Gli estensori del giornale danno anche questa tavola). „

„ Si sa che esistono dei liquidi più svaporabili dell' acqua, come son l' ammoniaca, l' etere, l' alcool, ec. Havvene degli altri che lo sono meno, per esempio il mercurio, l' acido solforico, il muriato di calce, la soluzion di potassa, ec., e sembra, dice l' autore, che la forza del vapore di ciascuno di questi liquidi nel vuoto sia proporzionale alla sua evaporabilità. Il sig. di

Betancourt stabilisce che la forza del vapore dell' acqua, e quella dello spirito di vino abbiano un rapporto costante, cioè, presso a poco come tre a sette. Le prime sperienze dell' autore si accostarono a questo risultato; ma ha dovuto in appresso allontanarsene, e in conseguenza d' un lavoro fatto sopra sei liquidi differenti, egli è arrivato a questa conclusione generale, cioè „ che partendo da un certo vapore d' una data „ forza la variazione di essa forza operata dai „ cangiamenti di temperatura è la stessa in tutti „ i liquidi „; cosicchè prendendosi per termine comune la forza che sostiene 30 pollici inglesi di mercurio, vale a dire quella di *ciascun liquido in ebollizione all' aria aperta*, si trova che il vapore *acquoso* perde *la metà della sua forza* con una diminuzione nella sua temperatura di 30 gradi di Fahreneit. E' lo stesso di *ciascun altro liquido*; il suo vapore perde *la metà della sua forza* per un raffreddamento di 30 gradi al disotto del suo termine particolare d'ebollizione, e questa medesima forza *diviene doppia* pel *vapore di ciascun liquido*, come per quello dell' acqua, per mezzo d' un accrescimento di 40 gradi di Fahreneit al disopra della temperatura dell' ebollizione del liquido di cui si tratta.

„ L' Autore comincia coll' etere solforico la serie delle sperienze che il condusse alle conclusioni che abbiamo testè annunciate; questo liquido

entrava in ebollizione a 102 gradi di Fah. (31 1/9 di Reaumur). Egli nè introdusse una picciola quantità nel vuoto d' un barometro, e trovò che il suo vapore alla temperatura di 62 gradi di Fah., (13 1/3 di Reaum.) sosteneva 12, 75 pollici di mercurio. Quest' è la forza stessa del vapor acquoso a 172 gradi; ora, queste due temperature sono rispettivamente distanti di 40 gradi di Fa... dai termini dell' ebollizione dell'etere e dell' acqua, cioè, 102 e 212. L'autor verificò questo stesso rapporto in altre parti della scala al di sotto del termine dell' ebollizione. Lo ha altresì verificato nelle temperature al di sopra di questo medesimo termine per mezzo d' un tubo a sifone, nel braccio più corto del quale egli introduceva alcune gocce d'etere, il cui vapore sollevava una colonna di mercurio più o men considerabile nel lungo braccio, in ragione della temperatura che egli dava all' etere, immergendo il braccio corto nell' acqua calda. Trovò egli che il vapore dell' etere a 147 gradi aveva una forza equivalente a pollici 64, 75 di mercurio. Quest' è la forza stessa del vapor dell' acqua a 257 gradi, termine egualmente lontano di 45 gradi da quello dell' ebollizione dell' acqua, come il precedente è lontano da 45 gradi dal termine dell' ebollizione dell' etere.„

„ Per una disposizione ingegnosa dell' apparato, l' autore ha potuto sottomettere il vapore dell'e-

tere alla temperatura dell' acqua bollente. La sua forza eguagliava allora 137, 67 pollici di mercurio. Questa temperatura (212 gradi), e di gradi 110 al disopra dell' acqua bollente. Ora, l'acqua a 322 gradi, vale a dire a 110 sopra del suo termine d' ebollizione , inalzo pollici 137, 67 di mercurio. La legge adunque di cui si tratta, si mantiene in tutte le temperature sperimentate.„

„ Nelle sperienze sul vapor dello spirito di vino, l' autor ha trovato che la forza di questo vapore sorpassava un poco quella del vapor acquoso alla distanza medesima dal termine dell' ebollizione. Attribuisce egli la differenza alla difficoltà di mantenere l' alcool al medesimo grado di rettificazione durante l'esperienza. La differenza, mantenendovelo, non eccede che poco il 2 per cento, quantità ch' è nei limiti degli errori inevitabili in questo genere di sperienze. La stessa difficoltà ch' egli aveva provata nelle sperienze collo spirito di vino, si è presentata con maggiori inconvenienti in quella coll' ammoniaca. „

„ Il muriato di calce, ch' entrava in ebollizione a 230 gradi, cioè a dire ad una temperatura più inalzata di 18 gradi di quella alla quale l' acqua bolle, introdotto nel vuoto di Torricelli, e riscaldato successivamente a 55, 65, 70 e 95 gradi di Fah. ha prodotto nella colonna di mercurio delle depressioni che s' accordavano benissimo con quelle prodotte dal vapore acquoso, alla

stessa distanza dal punto dell'ebollizione dell'acqua pura. „

I risultati che ho quì presentati, oltre di far conoscere il cammino regolare di tutti i liquidi e di tutti i fluidi elastici nella progressione dell' elasticità ch' essi ricevono dal calorico, fanno vedere che l' azione reciproca delle loro molecole, o non produce alcun effetto, o diventa uniforme cominciando dal termine in cui si vede cessare l' influenza della forza di coesione. Essa non è più modificata che dall' azione del calorico il quale, combinandosi allo stesso grado di saturazione, deve produrre degli effetti che sono simili, allorchè sono essi separati da quelli delle cause che agiscono in un senso contrario.

239. Dalton ha esaminato un' altra serie di fenomeni. Egli ha determinato le dilatazioni che l' aria prova, allorchè si trova a contatto con un liquido, secondo la tensione elastica di questo liquido. " Ha impiegato in questa serie di sperienze, dei manometri composti di tubi retti e cilindrici, sigillati ermeticamente ad una delle loro estremità, e di $1/4$ di pollice di diametro interno. Erano essi divisi in parti eguali. S' introduceva al fondo una goccia o due di liquido che sottostar doveva all' esperienza, e dopo d' aver bene asciugato il tubo al di dentro, vi si lasciava entrare l' aria comune o qualch' altro gas, e si chiudeva esso con una colonna di mer-

curio, lunga da un decimo di pollice fino a 30 pollici, secondo le circostanze. S' immergeva in appresso nell' acqua d' una data temperatura l' estremità chiusa del manometro, e si osservava, per mezzo del movimento del mercurio l'espansione del fluido elastico secondo la detta temperatura. „

„ Erasi già precedentemente determinata la dilatazione dell' aria secca; e quì l' autore ci annunzia di volo, che in conformità delle sperienze, di cui tratterà in appresso, l' espansibilità di tutti i fluidi elastici a circostanze eguali è in tutti la stessa o all' incirca. Mille parti di uno qualunque siasi di detti fluidi, occupano un volume di 1370 a 1380 parti per mezzo di 180 gradi di temperatura di Fahr. (80 gradi di Reaumur), e tale dilatazione si fa con un cammino presso a poco uniforme. „

„ Ecco la formula semplice della dilatazione combinata, nel caso del miscuglio del vapore col gas, come risulta da tutte le sperienze ch' egli ha fatte tra le temperature del gelo e quella dell' acqua bollente. „

„ Sia *i* lo spazio occupato da un gas secco in una data temperatura; *p*, la pressione che esso prova, espressa in pollici di mercurio; *f*, la forza elastica del vapor del liquido, in questa stessa temperatura e nel vuoto: al momento del miscuglio, una dilatazione ha luogo, e lo spazio

occupato dai due fluidi tosto diventa $= P/p\text{-}f$. „

„ Così nel caso del vapore acquoso mescolato all' aria, per esempio, si ha $p = 30$ pollici; $f = 15$ pollici, alla temperatura data (180 gradi di Fah.), allora $F/p\text{-}f = {}^{30}/_{30\text{-}15} = 2$; vale a dire che il volume ha raddoppiato. „

„ Se la temperatura è 203 gradi di Fah., $f = 25$ è sestuplo. „

„ Se $p = 60$ pollici, $f = 30$ pollici, alla temperatura dell' acqua bollente, allora lo spazio $= {}^{60}/_{60\text{-}30} = 2$; vale a dire che l' acqua sotto la pressione di 60 pollici di mercurio, e alla temperatura dell' acqua bollente, produce un vapore che raddoppia precisamente il volume dell' aria. „

„ Se s' impiega dell'etere; sia la sua temperatura $= 70$ gradi di Fah. (17 di Reaumur) si avrà $f = 15$; e se si suppone $p = 30$, si avrà in questo caso il volume dell' aria raddoppiato. „

240 Dalton esamina le differenti supposizioni che si possono fare sui rapporti di due gas che occupano insieme uno spazio. Ecco come vien presentato quello che egli adotta.

„ Le particole d' uno dei due fluidi possono non esercitare nè attrazion, nè ripulsione sopra quelle dell' altro; vale a dire ch' esse saranno sottomesse, in questa supposizione, alle leggi dei corpi elastici. „

„ In tal caso, se si mescolano questi due fluidi

essi si distribuiranno in maniera che le loro forze riunite eguaglieranno la pressione dell'atmosfera. Ciascun dei due non sarà per l'altro che un ostacolo che occuperà lo spazio lasciato vuoto fra le molecole omogenee. La pression esercitata sopra una data molecola d'un fluido misto così composto, deriverà esclusivamente dall'azione ripulsiva delle molecole omogenee. „

„ L'autore trova che questa ipotesi risolve tutte le difficoltà, nel caso delle mescolanze dei gas che non si combinano tra loro. Così tutti i componenti dell'atmosfera, i gas ossigeno, azoto idrogeno acido carbonico, il vapore acquoso, ec.; si dispongono insieme sotto una data pressione e temperatura, e per una distribuzione poi paradossa, ma vera, ciascun di essi occupa tutto lo spazio destinato al complesso di detti fluidi. Essi sono così rari, non venendo agitati, che lo spazio che li racchiude tutti non differisce molto dal vuoto. „

„ Indipendentemente dal gas azoto ed ossigeno, che sono i due componenti principali dell'aria atmosferica, l'autore riguarda il vapore acquoso e l'acido carbonico come due altri ingredienti costantemente miscugliati in questo fluido. Egli assegna a queste quattro sostanze le seguenti proporzioni. „

„ Il gas azoto sostenterebbe esso solo 21, 2 pollici inglesi di mercurio nel barometro. „

„ Il gas ossigeno ne sosterrebbe circa 7, 8; l'uno e l'altro di questi gas non cangiano di stato per qualunque noto raffreddamento. „

„ Il vapor acquoso varia in quantità in ragione della temperatura. „ (a)

241. Così due fluidi elastici, di differente natura, non esercitano maggior azione reciproca di quello che se uno di essi fosse il vuoto boyleano per rapporto all'altro. Si riguarda quello che occupa il primo spazio come un ostacolo che non vien fatto conoscere che per mezzo d'una comparazione inesatta di cui parlerò, ma che non agisce sulla forza espansiva del gas; e

(a) L'autore ha obbliato di mettere la quarta sostanza, cioè il gas acido carbonico. Mentre la quantità del vapore acquoso varia sommamente nella nostra atmosfera, secondo la temperatura di questa, e può, per esempio, in inverno, non sostenere pel suo peso totale che circa un decimo di pollice di mercurio nel barometro, quando sotto la zona torrida può sostenerne anche un pollice circa, il gas acido carbonico in vece che non perde, come il vapore, il suo stato elastico per qualunque siasi raffreddamento noto, può sostenere pel suo peso totale mezzo pollice inglese circa di mercurio nel barometro, e quindi equivalere alla sessantesima parte della pressione totale dell'atmosfera. Questa proporzion relativa però non è ancora ben determinata e sembra che debba esser variabile. (Nota del Trad.)

non esercita azione chimica alcuna. A quest' ostacolo non si assegna ch' una esistenza momentanea.

Deluc a cui si debbono tante ricerche laboriose ed importanti su quest' oggetto, non aveva da prima attribuito tutti i fenomeni dell' evaporazione che all' azione dell' fuoco. Ammise egli in appresso una forza che paragonò a quella dei tubi capillari, la quale introduceva le molecole d' un fluido elastico (1) entro a quelle d' un altro, finattantochè tra l' azione e la reazione si fosse formato l' equilibrio, il che non è che una maniera di denotare l' affinità. Ma nè Deluc nè i fisici che hanno seguito la sua opinione, non avevano immaginato che un gas dovesse essere considerato rispeto ad un altro, come privo d' azione meccanica o come il vuoto. Bisogna adunque opporre delle nuove osservazioni ad un opinione alla quale dei risultati scelti bene ed interessantissimi debbono dare dell' importanza.

Osserverò in prima che nell' ipotesi da me scelta, vale a dire, ammettendo che il vapore elastico prenda per mezzo dell' azione di un gas, le proprietà d' un gas permanente, i fenomeni ch' ho poc' anzi esposti si spiegano in una maniera naturale. Prendo, per esempio, il caso in cui la tensione elastica d' un liquido essendo 15, e la

(1) Trans. philos. 1793.

pressione 30, il liquido è contenuto in uno spazio con un volume d' aria, producendo gli effetti manometrici (167), ed in cui il gas composto passerebbe in appresso allo stato ch' esso avrebbe nell' atmosfera sotto una pressione di 30, e sempre in contatto col liquido. Nel manometro, l' aria prova una pressione di 45 gradi: il suo volume dee dunque diminuire nel rapporto di 45 a 30, ma dee dilatarsi nello stesso rapporto, quando passa ad una pression di 30. Il vapore elastico dee provare una dilatazion simile, ed acquistare una leggerezza specifica corrispondente; ma il volume essendo aumentato per mezzo della dilatazione dell' aria, dee formarsi un nuovo vapore corrispondente all' aumento dello spazio. Queste tre cause riunite debbono dare precisamente per risultato un volume doppio di quello che l' aria aveva. In fatti, se si introduce in uno spazio dell' aria secca a 30 di tensione, in maniera che essa possa dilatarsi, e se si colloca un liquido che abbia 15 di tensione, ne segue, dal principio stabilito sull' osservazione, ch' un vapor elastico che si forma è nella stessa quantità in uno spazio che sia vuoto, come in uno che sia riempiuto d' aria; ne segue ancora che il vapore occuperà la metà dello spazio in cui l' aria era contenuta. Bisognerà dunque che di questa una metà ne sorta; ma essa esigerà un nuovo spazio, eguale a quello della prima metà, e che si troverà nella

medesima circostanza. Dovrà dunque formarsi una quantità di vapore eguale alla prima, ed il volume sarà doppio conformemente alla formula di Dalton.

Nondimeno, come tosto il vedremo, non è indifferente di preferire un' ipotesi fisica che si accorda colle proprietà dalle quali derivano i fenomeni, ad un' altra che non può che rappresentarne i risultati. Debbo dunque discutere la supposizione sulla quale Dalton stabilisce le sue spiegazioni.

1.° Non è dell' essenza dei gas di essere privati d' azione reciproca. Il gas nitroso ed il gas ossigeno, il gas ammoniaca ed il gas muriatico, il gas muriatico ossigenato ed il gas idrogeno solfurato o fosfurato, forse non si decompongono essi facilissimamente per mezzo della loro azione reciproca?

2.° Il gas idrogeno ed il gas ossigeno formano dell' acqua in una data circostanza. Il gas azoto ed il gas ossigeno possono ancora produrre l' acido nitrico; ma l' azion reciproca che determina le combinazioni non può mai essere considerata come una forza che prenda origine all' epoca precisa in cui essa si manifesta: ella ha dovuto esistere molto tempo prima di produrre il suo effetto, e accrescersi a poco a poco finattanto che sia divenuta preponderante.

3.° Il gas azoto si conduce col gas ossigeno,

nei cangiamenti prodotti per mezzo della temperatura e della pressione, precisamente come non fossero ch' un solo e medesimo gas. E' egli necessario ricorrere ad una supposizione che obblighi ad ammettere una sì grande differenza d' azione da da cui niente si può inferire?

4.° Quando un gas è mescolato con un altro che ha una grande differenza di peso specifico, per esempio, quando il gas idrogeno è soprapposto al gas acido carbonico, la mescolanza non diventa uniforme che dopo alcuni giorni. Se il primo non offeriva all' acido carbonico ch' uno spazio vuoto, questo dovrebbe slanciarsi con rapidità; ma dirassi che il gas idrogeno presenta un ostacolo ch' è d' uopo superare? Se tale ostacolo è una forza meccanica, è d' uopo che l'azion elastica diventi più potente di esso. Ma allora l' uno e l' altro gas debbono continuare ad agire reciprocamente per la loro elasticità.

5.° Se un gas non offre ad un vapore che si forma, che degli spazj che si debbono riguardare come vuoti, e se esso non gli oppone ch' una resistenza che si paragona a quella del ghiaia che lascia passare l' acqua attraverso i suoi interstizj, esso non potrà che ritardare le formazione del vapore come si suppone. Ma il volume ch' esso occupa non deve punto cangiare, e nondimeno quello del vapore s' aggiugne per intiero al suo: si dice ch' allora esso

si dilata, perchè soffre una picciola parte di compressione. Questa divisione d'una stessa compressione dell' atmosfera ha dessa qualche analogia con una proprietà fisica già nota? E' egli possibile di concepire una sostanza elastica che aggiunga il suo volume a quello d' un' altra, e che ciò non ostante punto non agisca sopra essa colla sua forza espansiva?

242. Ciò che ha condotto Dalton a rigettare l' affinità chimica tra i gas, si è che nell' azione dell' affinità *havvi penetrazione reciproca, svolgimento di calorico, cangiamento nelle densità, ed i fenomeni sono essenzialmente differenti da quelli del miscuglio semplice.*

Questi effetti dell' affinità non possono essere contrastati, allorch' essa è abbastanza energica per produrli, o allorchè essi non sono occultati da effetti contrarj. Ma spesso accade che l'azione sua è troppo debole, per produrre un cangiamento di dimensione o di temperatura, e talvolta concorrono anche delle cause più potenti, le quali non lasciano apparire ch' un effetto contrario.

Il mercurio che aderisce alla superficie d' una massa metallica, vi esercita molto bene un' azione, e nondimeno esso non produce cangiamento alcuno di dimensione. Se la coesione non vi si opponesse, esso discioglierebbe completamente il metallo per la stessa forza che lo fa aderire alla sua superficie.

Un sale non si discioglie nell'acqua che per mezzo d'un'azion chimica, e ben lungi che vi sia diminuzione di volume, havvi anzi dilatazione, ed in luogo d'esservi svolgimento di calorico se ne fa in vece un assorbimento (143).

Questa dissoluzione d'un sale ha dei rapporti molto sensibili con quella d'un liquido per l'aria. Ad una data temperatura, non può esservi che una quantità determinata di sale che si discioglie; se si diminuisce la quantità dell'acqua, e con ciò il suo volume, una porzione del sale corrispondente a questa diminuzione si depone, la forza di coesione opera allora ciò che la disposizione di un vapore alla liquidità fa nella dissoluzione d'un liquido per mezzo d'un gas. Il calore produce ancora un effetto analogo nell'uno e nell'altro caso. La comparazione che Leroi ha fatto di queste dissoluzioni sarebbe stata esatta, se egli avesse preso in considerazione, come ha fatto Saussure, la gaseità che acquista il liquido prendendo lo stato di vapore.

243. Dalton combatte l'asserzione di Lavoisier, quella cioè, in cui afferma che la sola pressione atmosferica mantiene l'acqua allo stato liquido, nella temperatura ordinaria: „ se, dic'egli, si annichilasse ad un tratto l'atmosfera aerea, non lasciando sussistere che la sua porzione acquosa, questa non si aumenterebbe che poco, perchè essa già esiste nell'aria, presso a poco al mas-

simo di quanto può produrre e mantenere la detta temperatura. La soppressione dell'ostacolo tarebbe accelerar soltanto l'evaporazione, senza aumentarne molto sensibilmente la quantità assoluta. „

„ Questa nozione che la pression impedisce l'evaporazione dei liquidi, nozione ch'è divenuta assioma presso i fisici moderni, ha prodotto forse maggiori errori e perplessità nella scienza, che qualunque altra opinione egualmente mal fondata. „

L' osservazione di Dalton non mi sembra giusta, e per una conseguenza della sua opinione mi sembra ch' egli siasi condotto ad una idea falsa sulla quantità del vapore che si formerebbe colla soppressione dell' atmosfera, e quella che può disciogliersi nell' atmosfera medesima.

Esaminando gli effetti della compressione dell' atmosfera, opposta all'azion del calorico, Lavoisier osserva che senza di lei *le molecole s' allontanerebbero indefinitamente senza che nulla limitasse il loro allontanamento, se ciò non fosse la propria loro gravità che le riunirebbe per formare un' atmosfera* (1).

Egli in seguito descrive le osservazioni che ha fatte con Laplace, sulla vaporazione dell' etere e dell' alcool nel vuoto e sulla forza elastica del vapore che cresce secondo la temperatura, e che

(1) Traité elém. de Chim. 1 part. p. 8,

riduce il liquido in fluido elastico, allorchè la tensione sua diventa maggiore della compressione dell' atmosfera. Io, nulla ci vedo in queste idee che non sia conforme ai fenomeni.

In fatti, se si effettua una distillazione coll' impedire l' accesso dell' aria, raffreddandosi il recipiente, si sopprime col raffreddamento la maggior parte della resistenza del vapor elastico il quale con ciò continua a riprodursi ed a condensarsi. Così si verifica il principio che senza la compressione dell' atmosfera aerea, o di quella che si forma, i liquidi passerebbero allo stato elastico.

L' osservazione ha fatto vedere che la quantità di vapor elastico era la stessa tanto in uno spazio vuoto quanto nello spazio medesimo occupato dall' aria saturata d' umidità allo stesso grado di temperatura. Da ciò è d' uopo concludere che la quantità di vapore elastico che si forma nell' atmosfera, è differente da quella che sarebbe prodotta se l' atmosfera fosse soppressa; nel primo caso, supponendosi un grado di temperatura, uniforme, la quantità d' acqua contenuta in un medesimo spazio nella parte superiore o nella parte inferiore dell' atmosfera sarebbe la stessa, indipendentemente dalle differenze di compressione: tale effetto avrebbe luogo almeno finattantochè l' azione chimica dell' aria fosse divenuta inferiore all' effetto del peso dello stesso vapore. La dimi-

nuzione della compressione non agirebbe che sulla quantità dell' aria che sarebbe con ciò diminuita, mentre quella del vapor elastico resterebbe la stessa. Sicchè a 14 pollici di pressione un piede cubo d' aria non avrebbe che la metà dell' aria che ha esso alla pressione di 28 pollici; ma la quantità d' acqua sarebbe la stessa alla medesima temperatura, e al medesimo grado di saturazione, d' onde risulta che le variazioni del barometro che sono dovute a quelle della umidità dell' atmosfera, possono essere molto maggiori di quelle supposte da Saussure, § 228, e da Deluc (1).

Nel secondo caso, non potrebbe formarsi che una quantità di vapore determinata dalla sua gravità; cosicchè a 10 gradi del termometro, la quantità di vapore sparsa in tutto lo spazio atmosferico non potrebbe sorpassare quella che equivale al peso di 0, 4 di pollice di mercurio.

Siccome la quantità di acqua che può essere tenuta in dissoluzione per mezzo del gas è la stessa per tutti, e siccome essa è proporzionale al loro volume e alla loro temperatura, così lo stato di siccità e di umidità può produrre delle variazioni considerabili in quelli che hanno poca gravità specifica. In tal guisa quando il gas idrogeno a 10 gradi è saturato d' umidita, l' acqua

(1) Ann. de Chim. t. VIII.

che esso tiene in dissoluzione ne forma all' incirca il decimo, ed a 16 gradi essa ne fa circa un sesto.

244. Alla proprietà, che i gas possedono di disciogliere l' acqua è dovuta l' evaporazione. Un volume d'aria secca prende per saturarsi, la stessa quantità d' acqua che riempirebbe nel vuoto lo spazio occupato dall' aria saturata. Essa con ciò riceve un' accrescimento di tensione eguale a quella del vapore. Non v' ha altra differenza se non che l' evaporazione si farebbe più rapidamente nel vuoto; ma essa però s' arresterebbe allorchè il vapore formato avesse acquistato la tensione che non può sorpassare ad una temperatura determinata. L' aria al contrario col rinnovarsi, presenta all' acqua de' nuovi spazj da riempire, di modo che l' effetto totale dell' evaporazione è molto maggiore, e lo è tanto più quanto più l' aria si trova più lontana dal grado di saturazione, e più riscaldata. Allorche le circostanze non variano, si vede che le quantita di liquido che si svaporano, debbono essere proporzionali alla tensione determinata dalla temperatura. Dalton ha non solamente confermato per mezzo di sperienze molto interessanti, il rapporto della quantità d' un liquido che soffre l' evaporazione a differenti gradi di temperatura colla tensione che esso ha a' detti gradi. Ma egli ha fatto vedere ancora che i liquidi, come son l' acqua

l'alcool e l'etere, non differivano tra essi rispetto a ciò, che per la distanza a cui si trovavano dal grado della loro ebollizione particolare; di maniera che ad una stessa distanza da questo termine, la quantità della loro evaporazione si trova eguale.

Allorchè l'acqua è giunta all'ebollizione, il suo vapore, mentr'esso conserva la sua temperatura, non si mescola coll'aria che come un gas; ma riprende esso lo stato liquido, o coll'aumento di compressione, rimanendo la stessa temperatura, o per mezzo d'un raffreddamento, rimanendo la stessa pressione.

Dalton ha sperimentato che la vaporizzazione prodotta da un calore mantenuto al *minimum* necessario all'ebollizione, poteva essere aumentata per mezzo dell'agitazione dell'aria; il che fa vedere che allora, oltre la vaporizzazione, l'aria può anche agire coll'azione sua dissolvente, e che per conseguenza il risultato si compone dell'evaporazione e della vaporizzazione. Ma havvi apparenza però che quando l'ebollizione è forte l'aria non possa più agire per mezzo del suo contatto, e che allora l'effetto è interamente dovuto alla vaporizzazione.

245. La distillazione concorre agli effetti della vaporizzazione o dell'evaporazione, secondo il grado di temperatura.

Se il liquido che si distilla è in ebollizione,

allora è il vapore quello che si forma; quando la tensione è divenuta eguale alla pressione dell' atmosfera, esso scaccia l' aria che si trova nel recipiente, e condensandosi pel freddo, dà luogo al nuovo vapore.

Se il calore è inferiore a quello dell' ebollizione, il liquido non prende una tensione che possa controbbilanciare la compressione dell' atmosfera. Qualora adunque la distillazione non si faccia in un apparato vuoto, non si formerà vapore che coll' intermezzo dell' aria, e perchè vi sia qualche distillazione, bisognerà che si stabilisca una corrente. L' aria che acquisterà una maggior tensione per l' accessione del vapore, si dilaterà e spingerà innanzi l' aria che non ha ricevuto vapore. Si stabilirà una corrente che ricondurrà l' aria che sarà stata obbligata d' abbandonare una parte del suo vapore pel raffreddamento, come abbiamo veduto che una se ne formava nella dissoluzione dei sali (229).

Fontana ha pubblicato delle sperienze bellissime, che provano che l' espulsione dell' aria ovvero la circolazione di quella che tiene dei vapori in dissoluzione è necessaria perchè la distillazione possa operarsi (1), anche al grado dell' ebollizione che allora non ha più luogo.

Ha fatto egli comunicare due matracci per via

(1) Journ. de Phys. 1779.

d' un tubo suggellato ermeticamente; ha collocato dell'acqua in uno, poi gli ha fatto lungamente subire il calor dell'ebollizione, e non si è fatta alcuna distillazione. L'etere tenuto per 24 ore ad un calore di 50 gradi di Reaumur, mentre l'altro matraccio era circondato di ghiaccio, non ha egualmente sofferto alcuna distillazione. La compressione che risulta dal primo effetto del vapore che si discioglie, s' oppone alla produzione del nuovo; ma se lo spazio fosse vuoto, la distillazione avrebbe luogo alla più debole temperatura, come osservò Saussure.

Fontana conclude dalle sue sperienze, che l'evaporazione non è dovuta alla sola azione del fuoco sopra un liquido; *poichè se la cosa fosse così, l'acqua penetrerebbe attraverso l'aria, quantunque rinchiusa, come lo farebbero tutti gli altri corpi, che fossero spinti da un' impulsione qualunque contro quest' ultimo fluido.*

Dalton pretende „ che l' intervento dell'atmosfera sia un ostacolo, non alla formazione ma alla diffusione del vapore, diffusione che avrebbe luogo istantaneamente come nel vuoto, se le molecole dell' aria non vi si opponessero colla loro inerzia. Quest'ostacolo è allontanato in proporzione della forza assoluta del vapore. Esso non proviene dalla pressione o dal peso dell' atmosfera, come si è supposto fino al presente, poichè se ciò fosse, alcun vapore non potrebbe

formarsi al disotto del grado dell' ebollizione; esso non è che un ostacolo d'opposizione, analogo a quello che prova una corrente d' acqua che discende attraverso della ghiaia. „

L' editore, di cui Dalton ha adottato in ciò la già antica opinione, aggiugne: „ la comparazione sarebbe più giusta ancora, se si supponesse dell' acqua la quale, rimontando per giugnere al suo livello, attraversa uno strato di ghiaia; la pressione di questa ghiaia è intieramente sopportata dalla sua base, e l' acqua che si distribuisce salendo negl' interstizj ch' essa rincontra, non ne prova alcun effetto: solamente essa è contrariata nella sua ascesa, secondo ch' essa trova più o meno di luogo per collocarsi. „

Nelle sperienze di Fontana, tutto il luogo è occupato dalla ghiaia. Non havvi soltanto ostacolo alla diffusione, ma alla produzione ancora del vapore.

Si può mai comparare l' ostacolo che delle molecole dure ed inflessibili oppongono al passaggio d' un liquido incompressibile, a quello che oppongono delle molecole elastiche? Un siffatto ostacolo reciproco non dee esso opporsi allo sforzo espansivo dell' uno e dell'altro fluido? Anche per ciò è una supposizione gratuita quella che un fluido elastico possa esser simile al vuoto rispetto ad un altro, dopo la diffusione e la divisione tra essi d' una compressione comune.

Se un gas si collocasse tra gl' interstizj d' un altro, come nel vuoto, non vi sarebbe alcun aumento di volume, allorchè il vapor acquoso od etereo si unisse all' aria; ma havvene uno ch' è proporzionale alla quantità di vapore che s' aggiugne. L' aria umida dovrebbe essere specificamente più pesante dell' aria secca; ma in vece ell' è specificamente più leggiera come già aveva osservato Newton. Una tavola colla quale Dalton ha preteso rappresentare come differenti molecole gasose potevano collocarsi in un medesimo spazio, non è adunque che una tavola immaginaria.

245. Tutti i liquidi hanno la proprietà di disciogliersi nell' aria, tutti hanno una tensione più o meno grande nel vuoto, ma i fenomeni cangiano allorchè due liquidi esercitano un' azione scambievole, tanto se essi sono l' uno e l' altro nello stato liquido, quanto se l' uno dei due è in vapore elastico.

L' acido solforico concentrato non sembra punto disciogliersi nell' aria umida; ma s' impossessa dell' umidità, e la divide secondo la forza che esso esercita col vapore acquoso, e secondo la forza dissolvente dell' aria. Queste due forze possono trovarsi in equilibrio, ma l' equilibrio poi viene facilmente rotto per qualunque leggera differenza di temperatura; di modo che l' acido che prende dell' acqua ad una temperatura, ne

cede ad un' altra. Sembra non avvenire se non nel caso in cui l' aria sia secchissima e l' acido concentratissimo, che questo possa agire in forza della sua tensione e disciogliersi nell' aria in ragione della stessa tensione.

Un fenomeno analogo ha pur luogo quando si sottomettono alla distillazion due liquidi inegualmente vaporabili, per esempio l' acqua e l' acido solforico. Quando la proporzion dell' acqua è grande, distilla prima l' acqua sola; ma se ne distilla minor quantità di quella che si distillerebbe se essa non fosse ritenuta dall' acido, e la sua tensione inoltre è diminuita dall' effetto dell' azione che l' acido solforico esercita sopra di essa: il grado della sua ebollizione è allontanato, come abbiamo veduto nelle sperienze di Dalton pel muriato di calce. In fine si giugne ad un termine in cui la tensione che riceve lo stesso acido solforico per mezzo del calore, prevale sull' azione per mezzo della quale tende esso a ritenere l' acqua. Allora questa gli comunica della sua volatilità, e produce un effetto contrario al precedente. L' acido solforico passa adunque, in maggior quantità, ad un dato calore, di quello che passerebbe se fosse privo di acqua.

Quest' effetto dell'azion reciproca di due liquidi si osserva egualmente quando si sottomettono due liquidi differentemente vaporabili del vuoto della colonna barometrica: un miscuglio di etere

e di alcool deprime meno questa colonna che l' etere solo.

Se dunque si sottomette alla distillazione un miscuglio d' alcool e d' etere, fa d' uopo una temperatura più elevata per produrre lo stesso effetto sull' etere che se questo fosse solo. Tosto che esso passa alla distillazione, il suo vapore non solamente permette all' alcool di somministrare la sua parte in ragione della sua propria tensione, ma esso precede il termine della sua ebollizione, e la quantità d' alcool che passa con esso è maggiore che se non obbedisce che alla tensione ch' esso dee avere alla stessa temperatura, da cui risulta che non si può ottenere, colla distillazione, un etere che sia assolutamente privo d' alcool, a meno che non si aggiunga una sostanza che possa, per mezzo della sua azione, ritener l' alcool.

Quest' è ciò che si fa per mezzo dell' acqua la quale non avendo che una picciolissima azione sull' etere, ne ha poi una molto energica sull' alcool. Da ciò viene che se si fa passare, nel vuoto barometrico, dell' etere ordinario, cioè a dire tenente dell' alcool, ovvero un liquor più solubile nell' acqua che l' etere stesso, la sua tensione aumenta allorchè vi si introduce un pò di acqua come se si aggiungesse un alcali all' acido solforico che ritiene dell' acqua. E' in cotal guisa che una base fissa ristabilisce la proprietà elastica

di quella ch' è volatile, allorchè essa divide l' azione che questa esercitava sopra un acido (151).

E' stata presentata quest' azione dell' acqua sull' etere come un fenomeno inconciliabile colle leggi della dilatazione dei vapori (1); ma essendosi impegnato Gay Lussac ad esaminare quest' oggetto, lo ha egli facilmente rischiarato ed ha trascritti i risultati delle sue sperienze in una nota ch' io qui ingiungo. (*Nota XVII*)

CAPITOLO II.

Delle parti elementari dell' aria atmosferica.

247. L' aria concorre, per mezzo delle combinazioni ch' essa forma, a un sì gran numero di fenomeni chimici, che troppo importa di avere un' idea precisa delle parti che la compongono, delle proporzioni nelle quali si trovano i suoi elementi, tanto nello stato naturale, quanto nei differenti prodotti delle operazioni chimiche, e dei metodi coi quali si determinano queste proporzioni.

Il gas ossigeno ed il gas azoto ch' entrano nella composizione dell' aria atmosferica non esercitano che quell' azione mutua che produce quella

(1) Ann. de Chim. t. XLIII.

specie di combinazione che ho distinta particolarmente nei fluidi elastici col vocabolo dissoluzione e che non porta alcun danno alle dimensioni proprie di ciascuna specie di gas.

Quest' azione basta per vincere la resistenza che oppone il peso specifico; di maniera che un fluido elastico che risulta da differenti gas che si disciolgono reciprocamente, ha un peso specifico uniforme e determinato dalla proporzione dei detti gas e dalla compressione ch' essi provano ad una certa temperatura. Da cio viene che anche sulle cime del monte bianco, l' aria atmosferica contiene dell' acido carbonico (1) e forse nella stessa proporzione come se fosse a livello del mare. Nondimeno la differenza di peso specifico può limitare le quantità che possono disciogliersi; con ciò si spiegherebbe la maggior proporzion d' azoto che si ammette, in conseguenza delle osservazioni di Saussure, all' altezza delle cime delle montagne elevate. Ma si può ancora avere, in conseguenza pure delle osservazioni di detto celebre fisico, qualche dubbio fondato sulla inesattezza dei mezzi eudiometrici, che erano adottati allora con troppa fiducia, e il figlio suo che calca con tanto successo le tracce del padre, m' ha confermato questo dubbio con delle osservazioni posteriori ch' egli ha fatte. D altron-

(1) Voyage dans les Alpes, t. VIII, édit in 8°.

de le differenze indicate erano piccolissime, e stabilite sopra un picciolo numero d' osservazioni che non erano state confermate, e se ne trovavano di simili tra l' aria di Ginevra e quella delle pianure del Piemonte; ora noi vedremo quanto sia dubbiosa quest' ultima differenza.

Nella semplice dissoluzione dell' acqua e degli altri liquidi per mezzo dell' aria, questa agisce sul vapore come sopra un gas, senza provare essa medesima alcun cangiamento nelle sue proporzioni; ma l' acqua che la discioglie e che agisce con una massa molto più considerabile, sembra operar in parte questa decomposizione, poichè quella ch' è esposta liberamente all' atmosfera, s' impregna d' un aria più pura o nella quale la proporzione dell' ossigeno è maggiore che nell' aria atmosferica, e quand' essa ha disciolto del gas azoto, ne abbandona una parte per prendere in suo luogo del gas ossigeno. Da ciò viene che il gas ossigeno, esposto lungo tempo a contatto d' una quantità considerabile d' acqua, si altera, a meno che la luce non lo obblighi a conservare il suo stato elastico o non glielo rendi.

248. Ci son delle sostanze che esercitano una azione molto più potente sul gas ossigeno, e che sormontano e la forza della sua elasticità e l' azione del gas azoto, per formare con esso delle combinazioni intime.

I chimici si sono serviti di quella proprietà che hanno molte sostanze di sottrarre il gas ossigeno dall' aria atmosferica, lasciando l' azoto nello stato elastico, per determinare le proporzioni di gas azoto e di gas ossigeno che formano l' atmosfera, o ch' entrano nei prodotti delle operazioni chimiche. Hanno eglino dato il nome di eudiometri ai mezzi che sono stati impiegati, comprendendo sotto questa denominazione e la sostanza che si combina coll' ossigeno, e l' apparato del quale si sono serviti per misurare l' effetto ch' essa produce. Con tutto ciò i chimici non son eglino d' accordo sulla scelta di questi mezzi, nè sulle conseguenze che se ne debbono trarre.

Si possono distinguere gli eudiometri in due specie. Negli uni si fa agire un volume determinato d' una sostanza gasosa sopra un volume parimente determinato d' aria atmosferica. Una parte della sostanza gasosa, unendosi coll' ossigeno dell' aria atmosferica, forma una combinazione solubile per mezzo dell' acqua, ed il cui volume viene con ciò diminuito. La diminuzione sarà tanto maggiore, quanto la quantità dell' ossigeno sarà stato più considerabile. Con questo mezzo si potrebbero dunque comparare le quantità d' ossigeno che si trovano nei differenti gas, qualora fossero proporzionali alle diminuzioni. Ma questo mezzo non è altrimenti

proprio a determinare la quantità assoluta d' ossigeno che esisteva, a meno che non si conosca esattamente, in quale proporzione si combini colla sostanza gasosa che perde con esso il suo stato elastico.

Nella seconda specie d' eudiometro, l' ossigeno si combina con una sostanza ossigenabile solida o liquida. Allora il residuo è il gas azoto puro, o tale almeno da non ricevere per mezzo della combinazione che può provare se non che un cangiamento che si possa calcolare. Con ciò si giugne immediatamente alla determinazione della quantità assoluta delle due parti dell' aria atmosferica. Ciò par che indichi la preferenza che si deve dare a questi ultimi mezzi. Esaminiamo non pertanto più minutamente i vantaggi e gl' inconvenienti che possono appartenere sì agli uni che agli altri dei detti metodi.

249. Si deve a Priestley l' idea ingegnosa di misurare la purità dell' aria per mezzo della diminuzione che vi produce il gas nitroso, e si è in appresso riconosciuto che questa diminuzione dipende dalla proporzione del gas ossigeno che essa conteneva. Fontana immaginò un apparato per rendere esatta questa prova, ed il metodo dappoi è stato generalmente conosciuto sotto il nome di eudiometro di Fontana.

Quest' eudiometro ha prima lo svantaggio di presentare delle variazioni abbastanza considerabili

nei suoi risultati, secondo l' agitazione, la temperatura, la proporzione, le qualità dell' acqua e le dimensioni dell'apparato, com' è stato osservato da Fontana stesso, e specialmente da Inghenouze. Cavendish ha cercato di prevenire queste cause d' incertezza, facendo giugnere il gas nitroso nell' aria a bolla a bolla, e stabilendo una perfetta eguaglianza in tutte le parti dell' operazione (1). Ma si dee concludere dalle sue osservazioni, che se esaminate non vengono attentamente tutte le circostanze, com' egli ha fatto, non si può trarre dalle sperienze fatte alcun risultato comparativo. Da ciò deriva una grande incertezza e molta discordanza nelle osservazioni che sono state fatte con questo mezzo. Cavendish ha specialmente verificato con esattezza alcune delle cause che fanno variare i risultati. Secondo le sue osservazioni, allorchè non si muove il vaso nel quale si fa il miscuglio del gas nitroso e dell' aria, la diminuzione è più lenta che quand' esso si scuote: la differenza è come 99 a 108. Quella che proviene dal tempo impiegato per introdurre a forza di bolle un gas nell' altro, è ancora maggiore: e l' acqua distillata produce una maggiore diminuzione di quella che non è distillata, e l' acqua ch' è stata a contatto col gas nitroso, ne produce una più pic-

(1) Trans. philos. 1783.

ciola di quella che non v' è stata. Se l' acqua contiene dell' ossigeno, essa cagiona una diminuzione maggiore di quella ch' è stata qualche tempo in contatto col gas azoto. Quando si fa passare l' aria nel gas nitroso, la diminuzione è maggiore di quando si fa passare il secondo nella prima, nel rapporto di 108 a 90. Esamineremo in appresso la causa di queste differenze.

Ciò che merita di essere notato, si è che la diminuzione non ha sensibilmente variato nelle sperienze di Cavendish, sia che il gas nitroso fosse impuro, sia che fosse senza mescolanza, purchè una sufficiente quantità fosse impiegata. Fontana aveva già fatto la stessa osservazione. Da ciò si vede quanto sono inutili le misure che ha prescritte Humbold, per determinare la quantità di gas azoto ch' egli supponeva trovarsi sempre nel gas nitroso, avendo in mira di dedurre le proporzioni d' ossigeno e di gas nitroso che si combinano e producono la diminuzione. La separazion del gas azoto si fa molto bene per mezzo del solfato di ferro ch' egli ha indicato; ma l' esistenza del gas azoto nel gas nitroso è accidentale, ed è straniera all'assorbimento (1). Le sperienze esatte di Davy hanno fatto vedere che il gas nitroso, tratto con un metodo simile a quello di Humbold, non lascia quasi af-

(1) Ann. de Chim. tom. XXVIII.

atto di residuo, quando si fa esso assorbire per mezzo del solfato di ferro, prova sulla quale s' appoggiava Humbold per dimostrare la coesistenza di quest' azoto. Il suo assorbimento è ancora presso a poco totale per mezzo del gas muriatico ossigenato (1).

Tra le osservazioni di Cavendish, havvene una di cui non poteva, all' epoca in cui la fece, indicare la vera spiegazione. Egli ha trovato che, mentre il gas nitroso, tratto per mezzo del mercurio, dal rame o dall' ottone, produceva delle diminuzioni eguali, quello ch' esso formava, per mezzo del ferro, dava una diminuzione maggiore, quantunque, allorchè era esso impiegato in picciola proporzione, la diminuzione si trovasse minore. Mi sembra che questi effetti dipendano da una porzione di gas ossido d' azoto che si trova unita al gas nitroso ch' è prodotto per mezzo del ferro, ma che viene assorbito dall' acqua senza agire sul gas ossigeno, e che quello che si ottiene cogli altri mezzi indicati se ne trovi privo.

Se i risultati che si ottengono, evitando esattamente tutte le cause d' errore, possono essere paragonabili tra essi, non lo possono essere più con quelli derivanti da sperienze non fatte con la stessa esattezza e collo stesso metodo. Di più,

(1) Ann. de Chim. tom. XXXIX.

cessano inoltre di essere paragonabili per le grandi differenze delle proporzioni d'ossigeno e d'azoto, poichè lo stesso Humbold ha osservato che il gas ossigeno isolato produce proporzionalmente una diminuzione maggiore di quand' esso entra nella composizione dell' aria atmosferica.

In fine questo metodo, per mezzo del quale si può giugnere a comparare differenti arie, supposto sempre che sia stato eseguito con ogni attenzione, non fa però conoscere la proporzione d'ossigeno e di azoto che si trova nell' aria che si mette in esperimento; oppure se si volesse dedurla, si riscontrano delle nuove cause d'incertezza, e i dati che si adotterebbero non potrebbono essere impiegati che pel metodo di cui se ne fa uso, poichè la diminuzione di volume varia, come si è veduto, secondo le circostanze del metodo che s' impiega.

250. La prova che si fa per mezzo della combustione del gas idrogeno, e ch' è conosciuta sotto il nome di Volta, al quale si deve l' apparato per mezzo del quale viene eseguita, ha molto più precisione della precedente, ed esso ha l' avvantaggio di far conoscere la proporzione del gas ossigeno ch' è ridotta in acqua per la determinazione esatta delle proporzioni degli elementi dell' acqua, che si è ottenuta nelle operazioni fatte sulle grandi quantità, e con tutta la precisione che può essere portata nelle sperienze chimiche.

Egli è certamente difficile il concepire come i chimici siansi data tanta pena per perfezionare l' uso del gas nitroso nel quale si riconoscevano molte cause di errore e dal qual non si potevano fissare le proporzioni del gas ossigeno, mentre si possedeva un metodo che aveva un doppio vantaggio, quello cioè d' aver meno incertezza e di indicare le proporzioni.

Ciò non ostante l' eudiometro di Volta, che ha molta precisione col gas ossigeno che non contiene che poco gas azoto, ha l' inconveniente di non produrre la combustione di tutto il gas ossigeno, allorchè si trova esso confuso con una gran quantità di gas azoto, com' è nell' aria atmosferica: basta che si trovi una picciola porzione di gas ossigeno perchè l' infiammazione non abbia più luogo. Si può riparare però a quest' ultimo inconveniente, aggiungendo una quantità nota di gas ossigeno affinchè determini la combustione di quello che preesisteva, dividendone il risultato. Havvi nullostante una porzione sempre di gas ossigeno che fugge dalla combustione, come lo dimostra il residuo che si ottiene col metodo di Monge per la formazione dell' acqua, essendochè questo residuo contiene del gas ossigeno e del gas idrogeno che hanno resistito alla combustione, perchè si sono essi trovati mescolati ad una troppo grande quantità d' azoto e di gas acido carbonico.

150. Un gran numero di sostanze hanno la proprietà di combinarsi coll' ossigeno, senza che se ne svolga alcun gas, e senza assorbire il gas azoto, e possono per conseguenza servir e riconoscere la quantità d' ossigeno che si trova in un gas; ma bisogna scegliere quelle che agiscono con una forza abbastanza grande affinchè l' assorbimento non sia d' una troppo lunga durata, ed affinchè esse possano togliere all' azoto tutto l' ossigeno che tende a ritenere con una forza crescente. Questi mezzi eudiometrici hanno il vantaggio d' indicare direttamente la proporzione d' ossigeno che si trova in un gas qualunque, qualora però vi sia in semplice dissoluzione. E' d' uopo discutere la preferenza che meritano alcuni di essi.

I solfuri alcalini disciolti in una picciola quantità d' acqua, mi sembrano possedere questa proprietà ad un alto grado, e ch' essi non esigano ch'un apparato semplicissimo; basta solo un tubo graduato con esattezza. Il miscuglio di solfo e di limatura di ferro agisce con maggior prontezza; ma l' azione sua ha due cause d' incertezza. In primo luogo, quando il gas ossigeno è assorbito, può, come l' ha fatto vedere Priestley, svolgesi del gas idrogeno solfurato, o forsanco i due effetti sono simultanei, e Macarty(1)

(1) Journ. de phys. tom. LII.

attribuisce a questa causa la diminuzione un pò minore ch' egli ha ottenuta impiegando questa mescolanza, in confronto di quando egli si è servito di un solfuro alcalino. In secondo luogo, si produce un pò d' ammoniaca, come risulta dalle osservazioni di Kirwan e di Austin. Questa causa è probabilmente quella che ha potuto aumentare la diminuzione nelle sperienze che Scheéle ha fatte con questo eudiometro da lui indicato, e dalle quali ha concluso, che l' aria atmosferica conteneva o, 27 di gas ossigeno.

Un solfuro alcalino disciolto in una picciola quantità d' acqua non ha questi inconvenienti. Tostochè il gas ossigeno è assorbito, l' azione sua cessa, ed il residuo non prova più diminuzione, il che dimostra ch' esso non ha azione alcuna sull' azoto; nondimeno Macarty pretende che il solfuro assorbir possa una porzion d' azoto, e che è allora soltanto ch' esso n' è saturato, che la sua azione vien limitata alla condesazione del gas ossigeno. Egli assicura anzi d' aver fatto assorbire, per mezzo d' un solfuro di calce recente, la metà dell' azoto che conteneva un picciolo volume d' aria atmosferica. In quanto a me, non ho osservato la più picciola differenza nella diminuzione prodotta da un solfuro recente, o pel medesimo solfuro che era stato agitato con l' aria atmosferica; ma io non ho fatto le mie sperienze che coi solfuri di potassa e di soda.

Si possono dunque impiegare questi ultimi solfuri senza alcuna tema di errore.

I solfuri alcalini hanno nullaostante l' inconveniente d' esigere un tempo molto lungo perchè la loro operazione venga compiuta; tempo ch' è d' uopo prolungare per poter esser certi ch' ella sia intieramente terminata, mentre non havvi alcun altro indizio che ne annunzi la fine, tranne quello della cessazione della diminuzione di volume. Si può per altro per mezzo dell' agitazione terminarla più presto.

252. Il fosforo pel quale Achard, Reboul e Seguin hanno immaginato degli apparati, produce istantaneamente il suo effetto per la sua viva combustione; ma la sua azione è romorosa e può facilmente cagionar degli accidenti.

La combustione lenta del fosforo ha il vantaggio di essere più speditiva dell' azione de' solfuri, e d' indicare la fine dell' operazione, perchè la nube che l' accompagna e ch' è luminosa nell' oscurità, disparisce. Ma nel mentre che il fosforo assorbe l' ossigeno, l' azoto discioglie del fosforo, o piuttosto l' ossigeno si combina successivamente col fosforo ch' era stato disciolto dall' azoto, e questo resta saturato dal fosforo ch' ha preso lo stato elastico, d' onde risulta un aumento nel volume dell' azoto. Tale aumento è indifferente quando si vuol soltanto comparare lo stato delle due arie; ma esso esige una corre-

zione, volendosi determinare la quantità del gas ossigeno per mezzo di quella del residuo. L' esperienza m' ha fatto conoscere che bisognava sottrarre $1/40$ dal volume dell' ultimo.

Davy ha proposto un altro mezzo eudiometrico, ch' è il solfato od il muriato di ferro impregnato di gas nitroso (1): questa dissoluzione, e specialmente quella per mezzo del muriato di ferro, opera l' assorbimento del gas ossigeno in pochi minuti; ma egli avverte che bisogna cogliere il momento della maggiore diminuzione, perchè il gas nitroso è decomposto in parte, e perchè a misura che il sale di ferro diventa più ossidato, si sprigiona del gas nitroso e del gas azoto.

252. Per la valutazione completa d' un gran numero di fenomeni, importa molto di conoscere con la maggior precisione quali sieno le proporzioni d' ossigeno e d' azoto che entrano nella composizione dell' atmosfera, e quali variazioni esse possano subire. I chimici che da principio s' erano lusingati di poter comparare le proprietà vitali dell' aria atmosferica, si sono molto occupati in questa ricerca, e quantunque abbian essi quasi subito perduta la speranza concepita, relativamente alla solubilità dell' aria, han creduto nondimeno di scorgere una variazione relativa ai

(1) Bibl. Britan. t. XVII.

luoghi e alla disposizione meteorologica, e quindi sono state annunciate delle differenze sensibili tra qualche ora d'intervallo, non men che tra qualche passo di distanza.

Nulla ostante Cavendish, fissando con esattezza tutte le circostanze della sperienza per mezzo del gas nitroso, aveva fatto vedere fin dal 1783 che le proporzioni dei due elementi dell' aria erano costanti, malgrado la distanza dei luoghi e la differenza di temperatura. Le osservazioni che Macarty ha fatte in Spagna hanno confermato i risultati di Cavendish. Io mi trovava al Cairo in una stagione in cui il termometro Reaumur passava ordinariamente 30 gradi, e in cui una grande inondazione poteva alterar l'aria: io non opponeva ai pregiudizj a me pure comuni se non che alcune osservazioni ch' io aveva fatte, poichè aveva già perduto di vista le sperienze di Cavendish, ed ignorava quelle di Macarty. Le mie osservazioni mi condussero agli stessi risultati, e vennero confermati da quelle ch'io feci al mio ritorno (1).

Le sperienze di Davy, pure seguite in differenti circostanze, e la prova fattasi sopra un' aria inviata a Beddoes dalla costa della Guinea, hanno vieppiù confermato che non riscontransi differenza

(1) Mém. sur l'Egypte.

sensibile nell' aria atmosferica, relativamente alle proporzioni de' suoi elementi.

Sembra dunque che tutte le differenze che si sono trovate nelle proporzioni attribuite al gas ossigeno, e che sono state portate da 0, 20 fino a 0, 30 dipendano unicamente dalle incertezze che accompagnano l'azion del gas nitroso, del quale i chimici si sono principalmente serviti per le prove eudiometriche.

Macarty che si è servito d' un solfuro, stabilisce la proporzione dell' ossigeno da 21 a 23. L' eudiometro di Volta non dà all' incirca che 20; ma Volta non ha osservato queste variazioni che si trovavano col metodo del gas nitroso. Attribuisco alla porzione di gas ossigeno, che fugge dalla combustione, la picciola differenza che dà il suo eudiometro coll' azione dei solfuri.

Le sperienze moltiplicate che ho fatte con tutta quell' esattezza che mi è stata possibile, mi sembrano provare che la vera proporzione sia di 0, 22 di gas ossigeno ed una frazione. Le mie sperienze fatte in Egitto mi hanno dato all' incirca un dugentesimo di più di gas azoto, e ho spiegato questo picciolo eccesso nel residuo per mezzo dell' acqua che poteva disciogliere l' aria all' alta temperatura alla quale io operava. Fors' anche ella non era dovuta che ad una piccio inesattezza di gradazione nel tubo.

Davy non porta che a 0,21 la proporzione dell'ossigeno, ma egli stesso ha osservato che i solfuri d'alcali producono un assorbimento un poco più grande. Attribuisco io questa leggera differenza alla disposizione che ha il gas nitroso a prendere la forma elastica. Postochè egli osserva che nel vuoto questo gas si svolge dalle dissoluzioni di ferro, deve dunque disciogliersene nel gas azoto, e con ciò il volume del residuo si trova un poco aumentato: il che mi sembra uno svantaggio per questa specie di eudiometro, qualora giugner si voglia ad una grande precisione.

Se a me sembra che il metodo dei solfuri e del fosforo abbia una esattezza un pò maggiore per la determinazione delle proporzioni in confronto dell' eudiometro di Volta, questo poi ha il vantaggio di servir al metodo inverso per mezzo del quale si saggia il gas idrogeno per via del gas ossigeno, e bene spesso conviene far alternare i due metodi nelle ricerche sulla composizione delle sostanze gasose di cui resta molto ancora da occuparsi.

L' aria atmosferica contiene sempre una certa quantità d' acido carbonico, e noi abbiamo veduto che Saussure ne aveva trovato alla cima del Monte bianco. Si calcola questa quantità a 0, 01, ma sembra che questa valutazione sia troppo grande.

Oltre alle parti costanti, l' aria atmosferica può

tenere in dissoluzione differenti sostanze che si prendono la forma elastica, e di cui alcune sono il principio degli odori. Ma fino ad ora queste emanazioni si sono sottratte dai mezzi chimici che possono distruggerne alcune, ma non indicarle. Cavendish ha già osservato che non si ritrovava alcuna differenza nelle arie che erano state in contatto con dei fiori odorosi o con delle sostanze in putrefazione.

NOTE

DELLA SESTA SEZIONE

NOTA XII.

I cittadini Desormes e Clement hanno asserito (1) che se si fa passare dell' acqua in un tubo borometrico in cui vi sia dell' etere, la forza elastica di quest' ultimo è prodigiosamente aumentata.

Se l' etere e l' acqua non avessero alcuna azione l' uno sopra l' altra, è facile concepire che quando questi due fluidi fossero messi insieme in un tubo barometrico, i loro vapori agirebbero sulla colonna di mercurio, indipendentemente l' uno dall' altro; vale a dire che la quantità di cui la colonna di mercurio abbasserebbe, sarebbe essa eguale alla somma delle due colonne che ciascun vapore potrebbe sostenere separatamente nel vuoto; ma non si può concepir poi nello stesso tempo come due fluidi elastici avendo un'azion abbastanza marcata l'uno sopra l'altro, possano sostenere, quando sono mischiati, una colonna di mercurio maggiore della somma di quelle

(1) Ann. de Chim. fruct. an. 10, p. 303.

ch' essi potrebbero sostenere separatamente nel vuoto. Se ciò fosse, non si avrebbe più alcuna idea precisa dell' attrazione chimica, poichè questa sarebbe una forza che ora ravvicinerebbe le molecole dei corpi che si combinano ed ora le allontanerebbe. Del resto, lo stato di composizione delle sostanze che s'impiegano, può facilmente ingannarci; per esempio, se si mescola della potassa concentrata con dell' ammoniaca, non havvi dubbio che la potassa non aumenti considerabilmente l' elasticità dell' ammoniaca, agendo fortemente sull'acqua, e diminuendo per conseguenza l' azione sua sul gas ammoniacale. Questo è esattamente ciò che ha luogo nella sperienza dei cittadini Desormes e Clement. L' etere di cui essi si sono serviti conteneva dell' alcool, che diminuiva la sua elasticità in ragione della sua proporzione, e l' acqua da essi aggiunta, l' ha al contrario aumentata in ragione della sua azione molto più su l' alcool che sull' etere. Le seguenti sperienze confermeranno questa spiegazione.

Indicando il termometro centigrado 15 gradi (12 di Reaumur) ed il barometro 76 centimetri (pollici 28, 139) si presero due tubi barometrici in uno dei quali venne introdotto dell' etere solforico preparato con grande cura, e nell' altro, dello stesso etere, ma ch' era stato lavato in tre volte circa il suo volume d' acqua. Il vapor del primo etere ha sostenuto una colonna di mercurio di centimetri 31, 3 (pollici 11, 478) e quella del secondo una colonna di centimetri 35, 5 (pollici 13, 144) da cui evidentemente risulta che l'acqua ha la proprietà di togliere all' etere un principio che diminuisce la sua elasti-

cità, e questo principio non può essere altro che dell' alcool. Dopo ciò, si è introdotto in ciascuno dei tubi un volume d'acqua all'incirca eguale a quella dell' etere che vi era rinchiuso, e risultò che l'elasticità dell' etere non lavato è stata aumentata d' un centimetro (linee 4, 443) e quella dell' etere lavato di tre millimetri (linea 1, 133) solamente: il che s' accorda perfettamente con quanto dissi di sopra intorno alle proprietà che ha l' acqua di togliere all' etere dell'alcool, il quale colla sua azione diminuiva l' elasticità dell' etere Si vede d' altronde che l' elasticità dell' acqua non si è intieramente aggiunta a quella dell' etere lavato, poichè l' abbassamento della colonna di mercurio non è stata che millimetri (linea 1, 333) nel mentre che alla temperatura di 15 gradi avrebbe dovuto essere di più d' un centimetro (linee 4, 443), cioè che proviene senza dubbio dall' azione che havvi tra l' acqua e l'etere. Aggiugnendo ancora dell'acqua nei due tubi, in maniera però che non ve ne sia tanta da disciogliere tutto l' etere, la colonna di mercurio non ha sensibilmente variato in ciascun tubo. Ma tosto che la proporzione dell'acqua è stata maggiore di quella necessaria alla dissoluzione completa dell' etere; il mercurio si è inalzato considerabilmente nei due tubi, di poi con una nuova addizione d' etere, esso è ritornato all' incirca al suo livello primiero, tenendo conto del peso dell'acqua aggiunta tutti questi fatti vanno d' accordo coi fenomeni chimici e si spiegano chiaramente.

Per essere più intimamente convinto che dipende

della forte azione dell' acqua sull' alcool, il grande aumento di elasticità dell' etere che ne contiene, si prese un altro tubo, in cui da prima si è introdotto un poco di etere lavato con l' acqua e che sosteneva una colonna di mercurio di centimetri 33, 5, (pollici 12, 375) e poi un po' d' alcool. Il primo effetto istantaneo è stato un abbassamento di due milimetri (linee 0, 886) nella colonna; ma con una leggera agitazione il mercurio si è inalzato rapidamente: di maniera che il vapore del miscuglio di etere e di alcool, non sosteneva più che una colonna di 25 centimetri (pollici 9, 256). Dell' acqua introdotta allora nel tubo ha fatto abbassare subitamente il mercurio di centimetri 5, 7 (pollici 2, 106).

Sembra dunque ben dimostrato, per le sperienze ora esposte, che il grande aumento d' elasticità dell' etere, che i cittadini Désormes e Clement hanno ottenuto, sia dovuto all' impurità dell' etere che essi avranno impiegato. Queste medesime sperienze provano che delle rettificazioni fatte con esattezza non spogliano l' etere di tutto l' alcool che può contenere, e che le lavature per mezzo dell' acqua o per mezzo d' altri corpi che agissero fortemente sull' alcool e poco sull' etere, sono eccellenti mezzi per dare ad esso tutta l' elasticità che gli è propria. Non si dee temere che l' etere così lavato ritenga una quantità sensibile d' acqua; poichè avendolo distillato ad un moderatissimo calore, non ritenendo che le prime porzioni, la sua elasticità non era che d' un millimetro (linea 0, 443) più grande di quella dell' etere semplicemente lavato.

CONCLUSIONE

DELLA PRIMA PARTE

254. Si sono ammesse come causa degli effetti che dovuti sono all' azione reciproca dei corpi, due specie di affinità, e si sono attribuite delle leggi particolari a quella che si riguarda specialmente come affinità chimica. Io trovo nei saggi sulla igrometria di Saussure un' esposizione esatta delle proprietà le quali a me parvero soddisfar potessero alla spiegazione di tutti i fenomeni che sono dovuti a detta azione reciproca, non men che alla distinzione che si è creduto doversi stabilire tra essi.

„ I differenti corpi hanno un' attitudine diversa a caricarsi dei vapori che sono contenuti nell' aria, e se ne caricano in ragione della loro affinità con essi vapori, o con l' acqua di cui sono formati. „

„ Esponete nella stessa aria delle quantità eguali di sal di tartaro, di calce viva, di legno,

di pannilini, ec; che tutti questi corpi sieno, se è possibile, perfettamente disseccati: alcuni tra essi s' inzupperanno d' acqua, ed aumenteranno di peso, ma in quantita ineguale. Il sale ne prenderà più della calce, questa più del legno, ed altri corpi non ne prenderanno punto.

„ Ora, queste differenze non possono dipendere che dai differenti gradi d' affinità di quei corpi coll' acqua; poichè esse non appartengono nè alla forma, nè al volume di detti corpi nè tampoco alla natura della loro aggregazione, giacchè anche dei corpi gia liquidi, come l' acido vetriuolico, attraggono colla maggior forza l' acqua contenuta nell' aria. Cio che prova ancora che questo assorbimento di vapori dipende da una affinità, si è che l' unione dei vapori condensati con essi corpi è veramente quella che risulta da una affinità chimica. L' acqua è in essi in uno stato di combinazione, nè puo esser loro tolta per niun mezzo meccanico; essa è intimamente legata coi loro elementi. I soli mezzi chimici possono separarla dai medesimi corpi offerendo ad essa delle combinazioni alle quali essa tende mercè un affinità più grande.„

„ L' affinità di detti corpi con l' acqua, a circostanze eguali nel resto, è tanto maggiore, quanto meno ne contengono, e quanto più sono, per così dire, fortemente alterati.„

„ L' alcali fisso, perfettamente disseccato, at-

trae l' umidità dell' aria con una forza estrema; collocato nel guscio d'una bilancia, si vede il suo peso aumentare sensibilmente di minuto in minuto; ma a misura ch' esso beve dei vapori, la sua sete, o la sua forza attrattiva diminuisce, ed in fine il suo peso non aumenta che per gradi insensibili. „

„ Lo stesso ha luogo rispetto agli altri dissolventi chimici: essi agiscono da principio colla maggior celerità e colla maggior forza, e la loro attività diminuisce a misura che s' approssimano al punto di saturazione. Ma ciò che havvi di particolare nell' affinità che esiste tra i vapori ed i corpi che li assorbono, ossia *l' affinità igrometrica*, si è che non solamente la loro attività, ma il grado stesso della loro affinità diminuisce a misura che si approssimano alla saturazione. In tal guisa, anche quando un corpo non ha che pochissima affinità con l' acqua, tale difetto di affinità può essere compensato da un più alto grado di secchezza, e reciprocamente quel corpo che ne ha una maggiore, si riduce a livello dell' altro che ne ha una minore, allorchè si approssima molto più di questo al punto di saturazione. „

„ Rinchiudo una o due once di sal alcali fisso caustichissimo e secchissimo in un pallone di quattro piedi cubi di capacità, riempiuto d' aria mediocremente umida, ma senza alcuna umidità soprabbondante; questo sale assorbe il peso di

24 o 25 grani d'acqua che tragge dai detti quattro piedi cubi d'aria. Allora il sale, per l'inzuppamento di quest'acqua, si trova aver perduto un po' della sua forza attrattiva, e in cambio quella dell'aria si è talmente aumentata per la perdita ch'ha fatto di detti 24 grani d'acqua, che quantunque ne contenga ancora dell'altra, il sale non può più levargliela, perchè l'aria la ritiene con una forza eguale a quella colla quale il sale la domanda, eppure il sale non è già saturato, nè presso alla saturazione, poichè in un'aria umida e rinnovata, ne assorbirebbe ancora per lo meno dugento volte tanta; ma questa quantità sebbene sia picciola, ha diminuito la sua forza assorbente. In fatti se si introducono nel medesimo pallone due nuove once dello stesso sale perfettamente disseccato, esse toglieranno ancora all'aria, rinchiusa con esse, alcune porzioni d'umidità, e così successivamente, fino al punto che l'estremo disseccamento abbia messo la forza attrattiva dell'aria in equilibrio con quella dell'alcali fisso. „

„ Questo genere d'affinità differisce adunque in ciò dalle altre affinità chimiche, la cui natura o il grado non cangia approssimandosi alla saturazione; poichè se molti mestrui, le cui affinità con un certo corpo sono ineguali tra esse, si trovano disposti ad agire tutti ad un tratto su questo medesimo corpo, il più potente comin-

cui va ad attaccare esso corpo, e quantunque egli cammini continuamente verso la saturazione, non per questo la superiorità delle sue forze sopra quelle degli altri dissolventi diminuirà punto; esso non lascierà nulla disciogliere agli altri mestrui, se prima non sia compiutamente saturato; e se nei primi momenti un dato mestruo si fosse impossessato di alcune porzioni del corpo, le riprenderebbe esso fino alla sua completa saturazione. Se per esempio, si gettasse a poco a poco della creta in un miscuglio d' acido vitriuolico, d' acido nitroso e di aceto, bisognerebbe che l' acido vitriuolico fosse completamente saturato di creta prima che l' acido nitroso e l' aceto potessero appropriarsene un atomo; l' acido nitroso si saturerebbe in appresso ed in fine l' aceto non ne prenderebbe che dopo la compiuta saturazione dei due altri. „

„ Al contrario, se in un dato spazio non si trova una quantità d' acqua o di vapore bastante per saturare d' umidità tutti i corpi che sono racchiusi in detto spazio, alcuno di essi non si saturerà compiutamente, e tutti ne avranno una picciola porzione; l' acqua si dividerà tra essi, non già in porzioni eguali, ma in porzioni proporzionali al grado d' affinità che ciascuno di questi corpi ha con essa. Quelli che l'attraggono più fortemente ne prenderanno quanto basta perchè questa quantità abbassi la loro forza at-

trattiva al livello di quelli la cui attrazione è minore, ed in tal guisa si stabilira tra essi una specie di equilbrio. „

„ E' per l'intermezzo dell' aria che si fa questa ripartizione: essa ne prende a quelli che ne hanno di troppa per darla agli altri a cui manca, e ne conserva essa quella porzione che le viene assegnata dal grado della sua affinità con l'acqua.

„ Se nel tempo in cui un tale equilibrio viene perfettamente stabilito, s' introducessero tutto ad un tratto nell' aria stessa de' nuovi vapori, la cui quantità non fosse abbastanza considerabile per saturare l'aria e i corpi rinchiusi con essa, questi corpi non permetterebbero all' aria di appropriarseli tutti per se, ma sarebbe d'uopo che cedesse ad essi, per così dire, la loro quota, ed allora gl' igrometri, se ve ne fossero in detto spazio, camminerebbero all'umido, quantunque l'aria non fosse ancora assaziata. Una nuova porzione di vapore si ripartirebbe nella stessa maniera, e così successivamente, fino alla perfetta saturazione di tutti i detti corpi. In fine se dopo la loro saturazione si continuasse di far entrare dei vapori in esso spazio, l'acqua soprabbondante s' attaccherebbe alla loro superficie, li bagnerebbe, e quantunque ritenuta su questa superficie da un'aderenza che appartiene forse ancora alle affinità chimiche, potrebbe essa essere rasciugata o se-

parata dai detti corpi con dei mezzi puramente meccanici. „

„ Introducete allora nello spazio una nuova sostanza, più avida d' acqua dei corpi che si sono rinchiusi, questa sostanza comincierà ad impossessarsi di detta acqua soprabbondante che bagna la superficie di essi corpi, senza essere combinata coi loro elementi. Poi, se quest' acqua non basta per saturarla, ne torrà ai corpi che sono rinchiusi con essa, finattantochè abbia diminuito la sua avidità e aumentata la loro al punto ch' esse divengano eguali, e che a tutte rimanga un'eguale tendenza ad unirsi all' acqua. „

„ Se il calore o qualch' altra causa aumentasse egualmente la tendenza di alcuno dei detti corpi ad unirsi con l' acqua, senza aumentare proporzionalmente le tendenze degli altri, un tal corpo s' impossesserebbe ancora d' una porzione sufficiente d' acqua contenuta negli altri, onde ridurre la sua forza attrattiva al comune livello. „

255. Il passo ch' ho quì portato, presenta, con molta esattezza, dei fatti che sono molto atti a far conoscere le leggi che segue l' azione chimica, e si può osservare che Saussure dura fatica per determinare una differenza tra l' affinità fisica e l'affinità chimica. Cede egli ad un'opinione stabilita, o piuttosto ad un' apparenza che sembra indicare un altro genere d' azione; ma questa distinzione fa cadere sì dotto osservatore

in una contraddizione, giacchè ha manifestato egli più d'una volta che l'unione del vapore con l'aria era dovuta all'affinità chimica, e nello stesso suo passo la paragona alle dissoluzioni chimiche.

Per meglio far sentire la differenza che i chimici hanno messa fra l'affinità che produce le combinazioni, e quella che Saussure ha descritta, e che è stata adottata dai fisici per la spiegazione di molti fenomeni, io non posso far meglio che citare la definizione della prima ch'ha data Guyton, il quale ha sì dottamente trattato di tutte le proprietà che le sono state attribuite. „ Quest' attrazion (chimica) è elettiva, come lo ha detto Bergman, vale a dire che di due sostanze presentate ad una terza, essa ne scaccia una, e lascia l'altra; che due sostanze essendo primitivamente unite, una terza esercita sopra una di esse, un' azione che fa cedere il luogo all' altra (1) „

Nondimeno se io consulto l' opinione che si son formata dell' azion mutua dei corpi, quelli che hanno compresi i fenomeni naturali nella loro maggiore estensione, trovo che non hanno indicato che un' origine comune di tutti i suoi effetti.

Monge discutendo due ipotesi proprie ad ispie-

(1) Encyclop. Méthod. art. Affinité.

gare la formazione dell' acqua, trova che l' una sembra esigere, *che aumentando la dose del dissolvente, si diminuisce l' aderenza ch' esso aveva per le sue basi; ciò che è assolutamante contrario a quanto si osserva in tutte le operazioni analoghe di chimica.* (1). Bisogna notare che per dissoluzione egli qui intende combinazione chimica; di maniera che egli ha riguardata la forza che la produce come modificata dalla quantità, nella stessa guisa che si ammette nei fenomeni fisici.

Laplace dopo di aver descritto il mezzo di valutare l'azione dei differenti acidi sul ghiaccio, secondo la temperatura, aggiugne: *Se si considerano nella stessa maniera tutte le altre dissoluzioni, si potranno misurare con precisione le forze d'affinità che i corpi esercitano gli uni sopra gli altri; ma questa teoria non può essere sviluppata in poche parole e perciò noi ne faremo l'oggetto d'una memoria particolare.* Egli avrebbe adunque fatto entrare nella valutazione delle affinità, la quantità d' un acido, per esempio, la sua energia e la resistenza variabile della coesione, come egli l' ha fatto relativamente all' azione degli acidi sul ghiaccio. Dee recar dispiacere ch' egli non abbia attenuta la sua promessa.

Newton, che osservò alquanto i fenomeni di

(1) Mém. de l'Acad. 1803, p. 83.

cui la chimica si occupa, ha abbozzato nelle spiegazioni che ne dà, le leggi dell' azione che deve produrli, tali com' egli le concepiva, discendendo dai fenomeni generali ai fatti particolari, e se si è ingannato in alcune applicazioni, perchè le circostanze dei fenomeni e le parti elementari delle combinazioni che li producono non erano determinate con bastante esattezza all' epoca in cui egli le spiegava, si trova nondimeno che tali spiegazioni possono convenire egualmente ai fatti i meglio rischiarati.

„ La deliquescenza del sal di tartaro, dice egli (1), non è fors' ella prodotta da un' attrazione tra le parti saline ed i vapori acquosi dell' atmosfera? Perchè il sal comune il salnitro ed il vetriuolo non diventano essi egualmente deliquescenti, se non perchè mancano d' una simile attrazione? E perchè il sale di tartaro non attrae esso che una certa quantità d' acqua, se non perchè tosto ch' è saturato non ha esso più forza attrattiva? Qual altro principio fuori di questa forza, impedirebbe l' acqua, (che sola si svapora ad un grado di calore molto debole) di non distaccarsi dal sale di tartaro che col mezzo di un calore violento. „?

„ Non è forse lo stesso rispetto alla forza attrattiva che si spiega tra le molecole dell' acido

(1) Opt. tom. II.

vitriuolico e i globetti dell' acqua, che fa che quest' acido attragga l' umidità dell' aria fino a saturazione e che non la renda in appresso che con molta difficoltà quando si sottomette alla distillazione „?

Newton spiega nella medesima maniera la produzione delle altre combinazioni chimiche, senza lasciar scorgere alcuna distinzione tra le leggi che segue l' attrazione in queste differenti circostanze. Egli non ci vede che una proprietà ch' è più o meno energica, e che s' indebolisce a misura che la saturazione si stabilisce: la saturazione è il termine in cui essa cessa di produr degli effetti.

Osserva egli ch' è necessario tanto maggior copia d' acido per disciogliere un metallo, quant'è più grande l' attrazione, di maniera che, secondo la sua opinione, la quantità d' acido necessario per produrre la saturazione, è proporzionale alla forza dell' affinità.

Egli attribuisce alla condensazione che risulta dalla combinazione, la solidita ed il grado di fissezza ch' essa acquista. Quando, per esempio, il muriato d' ammoniaca si forma coll' ammoniaca e coll' acido muriatico, l' uno e l' altro molto più volatili, " le particole riunite di questi spiriti „ diventano meno volatili, perchè sono esse più „ grosse e più spogliate d' acqua. „

Egli fa derivare le proprietà d' una combina-

zione da quelle che debbono avere gli elementi che la compongono nelle condizioni in cui essi si trovano; così, spiegando la formazione del muriato d' antimonio per mezzo del muriato ossigenato di mercurio, aggiugne: „ quando il calore è „ più forte, lo spirito di sale porta seco il metallo „ sotto forma d'un sal fusibile, chiamato butirro di „ antimonio, quantunque lo spirito di sale sia „ quasi così volatile quanto l' acqua, e che l' an- „ timonio sia quasi così fisso quanto il piombo.„ E' appunto questo principio luminoso (che le proprietà cioè d' una combinazione dipendono da quelle che avevano gli elementi, non calcolando le modificazioni che risultano dall'azion reciproca) quello che ha fatto presentire a Newton che l' acqua doveva contenere una sostanza infiammabile.

256. Le osservazioni che ho raccolte in questa prima parte mi sembrano stabilire, come un fatto generale, che l' affinità propria di ciascuna sostanza, agisce in ragione della quantità che si trova nella sfera d' attività, conformemente alle opinioni ch' io rapportai: ne risulta quindi che la quantità può supplire alla forza d' affinità, il che esclude le affinità elettive che riuniscono due sostanze, qualunque sia l' opposizione delle affinità che si riguardano come più deboli e indipendentemente dalle quantità.

Una conseguenza immediata di questo principio

si è che la misura dell' affinità propria di ciascuna sostanza è la saturazione ch' essa può produrre in quelle che possono combinarsi con essa, come Newton lo ha pensato: da ciò ho cercato la misura dell' affinità dei differenti acidi cogli alcali nella capacità della loro saturazione.

Era d' uopo spiegare i fatti che avevano condotto ad ammettere un' affinità che determinava la scelta delle sostanze che si combinano e le proporzioni delle combinazioni ch' esse formano.

Ho cercato tale spiegazione nell' azione del calorico, e nell' affinità reciproca delle molecole d' una stessa sostanza o delle parti integranti di una combinazione, facendo concorrere queste cause coll' affinità, nella formazione delle combinazioni e nella spiegazione dei fenomeni chimici. Ho dovuto in conseguenza usare una grande attenzione sugli effetti dell' espansione e della condensazione, sulla costituzione delle sostanze, e sopra quella ch' esse acquistano nelle differenti circostanze.

Gli effetti del calorico sono differenti, non solamente secondo le disposizioni dei corpi sui quali agisce, ma secondo lo stato in cui esso medesimo si trova; è stato d' uopo dunque esaminare la differenza della sua azione allorchè esso si comunica immediatamente, od allorchè forma il calorico radiante, e i rapporti ch' essa ha con quella della luce e dell' elettricità. Le proprietà

che i corpi acquistano per mezzo della combinazione del calorico, sono talvolta favorevoli all' azione dell' affinità, e talvolta sono contrarie; io le hò considerate come delle forze che sono sottomesse a leggi regolari, e di cui è d' uopo valutare gli effetti secondo le circostanze.

Ho cercato di separare gli effetti dell' azione immediata dell' affinità che satura più o meno le tendenze alla combinazione, le quali formano le proprietà distintive delle sostanze, da quelli della condensazione che n' è una conseguenza. L' una tende a riunire tutte le sostanze che esercitano un' azione chimica, l' altra spesso diviene un ostacolo a quest' effetto per la resistenza che oppone, o per le separazioni ch' essa, cagiona, e con ciò, per così dire, distribuisce la saturazione alla quale poi essa medesima punto non contribuisce.

La condensazione che produce l' azione reciproca delle sostanze m' ha servito a spiegare i limiti nei quali le proporzioni degli elementi si trovano circoscritti in alcune combinazioni; e siccome il maggior effetto dell' azion reciproca ha luogo in certe proporzioni, così queste combinazioni debbono separarsi con una composizione determinata, oppure esse acquistano un' esistenza particolare, opponendo una resistenza ch'è eguale allo sforzo ch' ha prodotto la condensazione, e che dev' essere superata da un accrescimento di

forza, perchè la progressione dell' azion chimica possa continuare, a meno che le disposizioni naturali degli elementi d' una combinazione non facciamo variare questo risultato.

La forza di coesione che costituisce lo stato solido è un effetto dell' affinità reciproca delle molecole o delle parti integranti, la quale diventa più potente dell' azione espansiva del calorico: tale predominio può esser dovuto alla condensazione prodotta per mezzo della combinazione. Essa forza di coesione diventa una resistenza più grande all' azione delle altre affinità, non solamente perchè risulta da una forte azione reciproca, ma ancora perchè essa fa che le altre sostanze non possano trovarsi che in picciola quantità nella sfera d' attività e perchè allora una maggior proporzione cessa di produrre un effetto.

Così, l' affinità reciproca di due sostanze tende sovente a produrre una saturazione di proprietà. Un effetto di quest' azione è una condensazione che scaccia o comprime il calorico; da questa condensazione segue un aumento dell' affinità reciproca delle molecole d'una sostanza o delle parti integranti d' una combinazione. Quest' affinità reciproca fa passare con ciò una sostanza gasosa allo stato liquido, o allo stato solido.

L' affinità che produce la combinazione, agisce in ragione della quantità; ma essa si satura: l'affinità reciproca delle molecole, debole a principio, quasi nulla in una sostanza gasosa, e in-

dipendente dalle quantità, s' accresce per mezzo della combinazione in ragione della condensazione alla quale può in appresso a grado a grado essa medesima contribuire: ella viene composta dalle affinità degli elementi della combinazione, nel modo stesso che si compone il peso specifico. L' una e l'altra affinità producono degli effetti che si complicano con quelli del calorico, e che bisogna cercar di distinguere nei fenomeni fisici, non che in quelli che si riguardano come chimici.

In fine ho cercato di separare la parte che potevano avere nell' azion chimica le sostanze di cui si neglige ordinariamente l'effetto, riguardandole semplicemente come dissolventi, ed ho separato pure la propagazione più o meno lenta dell' azione chimica ch'è analoga alla facoltà conduttrice del calore.

Sono stato condotto da queste differenti considerazioni a concludere che l' affinità chimica non seguiva leggi particolari, ma che tutti i fenomeni che dipendevano dall' azion reciproca dei corpi, erano l' effetto delle medesime proprietà di cui la chimica cercava di abbracciarne tutti i risultati: che non bisognava a questo proposito stabilire alcuna distinzione tra la fisica e questa scienza, e che l' affinità di differenti sostanze che produce le loro combinazioni, non è elettiva; ma ch' essa è variabile secondo le quantità che agiscono e secondo le condizioni che concorrono ai suoi effetti.

Da ciò segue che le qualità chimiche delle differenti sostanze dipendono, 1° dalle loro tendenze alla combinazione le quali si saturano scambievolmente, e restano più o meno dominanti nei combinati; 2° dai loro rapporti col calorico il quale produce la loro disposizione più o meno grande all' espansione, e che modifica la loro facoltà di combinazione, facendo variare la quantità che può trovarsi nella sfera d' attività, e opponendo l' elasticità alla condensazione, ch' è un effetto della combinazione; 3° dall' azion reciproca delle loro molecole, la quale s' unisce all' effetto dell' affinità che ha prodotto una combinazione, ma che s' oppone alla loro azione reciproca con le altre sostanze; 4° dai loro rapporti colle altre sostanze le quali combinandosi con esse, non producono una saturazione reciproca di proprietà; ma ne fanno una divisione, ed una distribuzione variabile, e principalmente di quelle che dipendono dalla costituzione. Laonde segue, che considerando lo stato di saturazione degli elementi d' una combinazione, e la condensazione ch' essi hanno provata, si può riconoscere in un combinato l' origine delle proprietà che lo distinguono.

257. Mi sono allontanato dal cammino ordinario dei chimici. Essi hanno dedotto le leggi dell'affinità dai fenomeni nei quali l' azion chimica si mostra potente; io in vece ho cercato di seguirla dal

momento in cui essa comincia a produrre un effetto sensibile fino alla più grande sua energia, notando bene le cause che potevano modificarli, e mi è sembrato che specialmente in quei primi effetti, si potesse distinguerne il carattere, perchè la stessa sua azione fa nascere nelle sostanze delle affezioni che divengano altrettante nuove forze che occultano il suo cammino. Così quando si osserva una combinazione ch' è accompagnata da una forte contrazione, si arrischia di prendere le proporzioni fisse che sono determinate da questa circostanza, come un attributo dell'affinità, mentre seguendo l' affinità, sia che le proporzioni trovansi molto ineguali o ch' essa non produca che una debole contrazione, si vedrebbe che l' azione è proporzionale alle quantità che la esercitano.

Richiamando a nuovo esame tutte le potenze che concorrono ai risultati dell' azion chimica, e sulle quali dev' essere stabilita la teoria generale della chimica, io non mi lusingo di aver assegnato a ciascuna potenza i suoi veri limiti, e ancor meno d' aver indicato tutte le cause che possono contribuire ai fatti sui quali io mi sono appoggiato. Ho manifestato nell'introduzione qual opinione io mi fossi formata d'una teoria generale. Quest'è una discussione che ho cercato di stabilire sopra dei principj ai quali m' è sembrato darsi troppa estensione.

Si deve, in ogni discussione che ha per oggetto di riconoscere le cause dei fenomeni,

non perdere mai di vista che spesso accade che uno o piú fenomeni analoghi possono egualmente spiegarsi per due ipotesi, e che allora si possono sostenere due opinioni talvolta contradditorie, sino a tanto che si giunga ad una modificazione d' effetti, che esclude in fine l' una delle due ipotesi. Quest' è una circostanza che può mantenere per mezzo della stessa sperienza alcune opinioni opposte, ed è difficile che l' interesse naturale che si attacca al proprio concetto, non impegni a moltiplicare queste specie di fatti che possono ricevere o l' una o l' altra delle due interpretazioni. Nulladimeno lo spirito filosofico che reca cotanto splendore alla chimica in particolare, non tarda a dissipare le incertezze che possono dividere le opinioni. E' cosa difficile il trovare negli annali della mente umana un' epoca che più l' onori di quella unanimità che così prontamente si è stabilita sopra una teoria che era dominante, quella dir voglio del flogisto.

Allorchè si è giunto a distinguere le cause generali dei fenomeni chimici, è nondimeno cosa facile d' ingannarsi in molte applicazioni, tanto perchè le circostanze che hanno dell' influenza su questi fatti non sono abbastanza conosciute, quanto perchè molte cause possono concorrervi, e far sì che si attribuisca alle une ciò che dipende dalle altre.

E' appunto il concorso di molte cause per

produrre uno stesso effetto, quello che specialmente produce delle anomalie apparenti, e che talvolta conduce a delle spiegazioni dubbiose, o che le rende anche impossibili. Allora senza indebolire per questi fatti oscuri le conseguenze dedotte da fatti più positivi, si dee sospendere la spiegazione, o accontentarsi di semplici congetture.

Non so celare che per eseguire il progetto a cui sono stato condotto dallo stabilimento momentaneo delle scuole normali, e dal desiderio insieme che ho avuto di rivedere il lavoro precipitato a cui m' aveva esso impiegato, affinchè potesse servirmi di guida nell' insegnamento della scuola politenica, avrei dovuto avere una cognizione più estesa dei dotti lavori che da qualche tempo si sono notabilmente moltiplicati. Distratto io per più anni da occupazioni straniere alla scienza, non ho potuto supplire, dopo che mi è permesso di riprendere i miei studi, se non che imperfettamente alle ricerche che mi sarebbero state necessarie.

FINE DELLA PRIMA PARTE

pag.	lin.	Errori	Correzioni
13	penult.	di	della
16	25	da	ad
	29	conciliarci	conciliarsi
17	13	e	o
25	26	cambiarsi	combinarsi
39	2	sormontano	e sormontare
41	6	e della	e dalla
43	5	risultano	riscontrano
45	6	che	solida che
47	24	indiindipendentemente	indipendentemente
49	4	disciolto	disciolta
50	13	nell'	coll'
55	2	dalla	della
57	7	conservare	conservarne
64	7	si	vi
70	13	co-	so-
72	9	e che l' una	e l' una
80	4	quantità , aumentando	quantità, così aumentando
	5	così si può	si può
82	15	ficata. Allorchè	ficata, allorchè
87		Vi manca la citazione, ed è:	(1) De Attract. elect. §. VII.
88	3	sarebbe	farebbe
92	18	non mai	non saria mai
128	21	saturarle	saturarli
	27	vi	si
129	2	viene	venga
135	22	durre	durne
141	14	cd 3, cd 5, cd, 7,	cd ^{3}, cd ^{5}, cd 7,
	16	cd 3, cd 4, cd 8, cd 11, cd 14, cd 15,	cd ^{3}, cd ^{4}, cd ^{8}, cd ^{11}, cd ^{14}, cd ^{15},
	17	cd 16	cd ^{16}
157	17	alle	colle
158	12	da	dal
172	20	(103)	(104)

pag.	lin.	Errori	Correzioni
180	2	necessario	necessaria
188	15	metallico	metallico;
189	22	dei	dai
191	11	128.	125.
192	2	II.	III.
204	ult.	fe argli	e fargli
234	10	debban	debbono
240	22	considerano	condensano
252	12	le quali	la quale
255	16	battuto.	battuto a caldo
256	14	riscaldato	riscaldata
257	13	e fu	fu
265	29	strazione	struzione.
271	26	le	gli
276	6	forza	forza la quale
	14	essa:	essa congelazione:
279	8	tra due	tra i due
290	20	oltre	altre
297	27	dall'	dell'
298	4	questa;	questa,
304	9	temperatura;	temperatura,
310	2	da	di
312	4	ridotta	ridotto
	11	fosforato e solforato	fosfurato e solfurato
357	ult.	della	dalla
336	2	solfato	solfurato
	3	togliendoli	togliendogli
343	2	prietà	porzioni
347	13	di	da
	14	tenalmeeci spcome	specialmente come
350	11	l' azion	nell' azion
351	27	ancora	ancora sorpassare
355	3	tico il nitrico, l'acetico	tico, il nitrico e l'acetico
356	7	quella	quello che
362	19	di	da

pag.	lin.	Errori	Correzioni
363	19	le	gli
364	6	quella	quello
365	26	calce fu	calce. Fu
367	12	son	non
377	5	separarsi	separarli
	11	un po'	poco
378	14	il quale	la quale
383	23	solforati	solfurati
	24	fosforati	fosfurati
397	16	Impiegate	Impiegata
401	12	vente del liquido cioè e del calorico	vente, del liquido, cioè e del calorico,
407	22	facilissima	falsissima
420	25	rapida	rapida che si stabilisce,
439	2	Bouelle	Rouelle
449	2	smalto	smeraldo
453	6	parti 31	parti, 31
458	11	o	a
464	22	da	dà
469	11	concentrato,	concentrato, ec.
471	17	sopra	sopra i
490	14	sia che	sia
	28	quelle	quello
493	11	essa	esso
	12	secondo	seconda
	23	diametro	diametro stesso
497	4	e	è
507	2	una	una più
517	25	col	sul
518	penult.	del	nel
524	12	può	possa
530	2	250.	251.
533	17	252.	253.
	27	solubilità	salubrità
537	2	si	ri-